



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE
FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

OPTIMALIZACE VÝROBNÍHO PROVOZU VÝROBY VELKOOBJEMOVÝCH VÝLISKŮ Z PLASTŮ

MANUFACTURING PROCESS OPTIMALIZATION OF HIGH-VOLUME
PLASTIC MOLDED PARTS PRODUCTION

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. Radek Grycz

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. Marek Štroner, Ph.D.

BRNO 2014

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav strojírenské technologie

Akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Bc. Radek Grycz

který/která studuje v **magisterském navazujícím studijním programu**

obor: **Strojírenská technologie a průmyslový management (2303T005)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Optimalizace výrobního provozu výroby velkoobjemových výlisků z plastů

v anglickém jazyce:

Manufacturing process optimization of high-volume plastic molded parts production

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Na základě rozboru a klasifikace výrobků, včetně jejich kapacitního propočtu a dané manipulace vytvořit návrh nové technologické dispozice provozu. V závěru práce ekonomicky zhodnotit navrhované řešení.

Cíle diplomové práce:

1. Kapacitní výpočet technologie výroby
2. Klasifikace výrobků
3. Technologické dispozice provozu
4. Dispozice přepravních a manipulačních tras
5. Kapacitní výpočet manipulačních a přepravních zařízení
6. Ekonomické zhodnocení

Seznam odborné literatury:

1. HLAVENKA, Bohumil. Projektování výrobních systémů: Technologické projekty I. 3. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005. 197 s. ISBN 80-214-2871-6.
2. HLAVENKA, Bohumil. Manipulace s materiálem (Systémy a prostředky manipulace s materiálem). 1. vyd. Brno: VUT-FSI, 1990, 164 s. ISBN 80-214-0068-4.
3. RUMÍŠEK, Pavel. Technologické projekty. 1.vyd. Brno: VUT-FSI, 1991, 185 s. ISBN 80-214-0385-3.
4. SAMEK, Jaroslav. Modely optimálního rozmístění výroby. 1.vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1989. 150 s.
5. ZELENKA, Antonín. Projektování výrobních procesů a systémů. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2007. 136 s. ISBN 978-80-01-03912-0.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Marek Štroner, Ph.D.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2013/2014.

V Brně, dne 3.2.2014

L.S.

prof. Ing. Miroslav Piška, CSc.
Ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
Děkan fakulty

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá optimalizací výrobního provozu vstřikovny plastů. První část je zaměřena na analýzu současného stavu, díky níž bylo zjištěno především množství přepravovaného materiálu. Ve druhé části jsou navrženy dvě varianty řešení s cílem omezit objem manipulací a přeprav. Na základě zhodnocení těchto variant je vybrána optimální varianta, která zefektivní lisovací proces, sníží množství manipulačních zařízení a počet pracovníků.

Klíčová slova

Vstřikovací lis, montážní operace, manipulace, materiálový tok, jednorázové náklady, provozní náklady.

ABSTRACT

This thesis deals with optimization of manufacturing process of plastic molded parts production. The first part focuses on describing current workplace, thanks to that was found out amount of transported materials. In second part there are two possibilities of solving problem with target to decrease amount of manipulations and transports. On base of this evaluation these variants, the optimal variant is chosen. This variation improves molding process, decreases number of manipulation equipments and number of operators.

Key words

Injection molding machine, assembly operation, manipulation, material flow, initial single costs, operating costs.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

GRYCZ, Radek. *Optimalizace výrobního provozu výroby velkoobjemových výlisků z plastů*. Brno 2014. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. 61 s. 36 příloh. Vedoucí diplomové práce Ing. Marek Štroner, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma **Optimalizace výrobního provozu výroby velkoobjemových výlisků z plastů** vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

Datum

Bc. Radek Grycz

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji tímto Ing. Marku Štronerovi, Ph.D. za cenné připomínky a rady při vypracování diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Jaromíru Malcovi za cenné technické rady, potřebné dokumenty a podporu při zpracování této práce. Děkuji také vedení společnosti Husqvarna Manufacturing CZ s.r.o. za umožnění zpracování diplomové práce. V neposlední řadě bych také rád poděkoval svým rodičům a rodině za podporu během studia.

OBSAH

ABSTRAKT	4
PROHLÁŠENÍ	5
PODĚKOVÁNÍ	6
OBSAH	7
ÚVOD	9
1 ZPRACOVÁNÍ PLASTŮ	10
1.1 Základní rozdělení plastů	10
2 Teorie vstřikování plastů	12
2.1 Fáze vstřikovacího cyklu	13
2.2 Stroje pro vstřikování plastů	14
2.2.1 Vstřikovací a plastikační jednotka	15
2.2.2 Uzavírací jednotka	16
2.2.3 Řídící a regulační systém	17
2.3 Vstřikovací formy	17
3 Teorie uspořádání technologických pracovišť	18
3.1 Postup zpracování technologického projektu	18
3.2 Typy výroby	20
3.2.1 Kusová výroba	20
3.2.2 Sériová výroba	20
3.2.3 Hromadná výroba	21
3.3 Uspořádání strojů a pracovišť	21
3.3.1 Volné uspořádání	22
3.3.2 Technologické uspořádání	23
3.3.3 Předmětné uspořádání	24
3.3.4 Modulární uspořádání	25
3.3.5 Buňkové uspořádání	26
3.4 Základní metody prostorového uspořádání	26
4 Analýza současného stavu	28
4.1 Představení firmy	28
4.2 Popis řešeného problému	29
4.3 Popis a rozbor stávajícího řešení	31
4.4 Kapacitní propočet	33
4.4.1 Kapacitní propočet lisů	34
4.4.2 Kapacitní propočet montážních pracovišť	35

4.4.3 Kapacitní propočet objemu a hmotnosti výrobků	36
4.5 Logistické řešení stávajícího stavu výroby.....	39
4.5.1 Použité obalové jednotky	40
4.5.2 Použité manipulační zařízení	41
5 Navrhovaný stav	44
5.1 Varianta 1	44
5.2 Varianta 2	46
5.2.1 Logistické řešení varianty 2.....	46
5.3 Zhodnocení navrhovaných variant.....	47
6 Ekonomické zhodnocení	48
6.1 Stávající stav	48
6.1.1 Jednorázové náklady	48
6.1.2 Provozní náklady.....	48
6.2 Varianta řešení 1	49
6.2.1 Jednorázové náklady	49
6.2.2 Provozní náklady.....	51
6.3 Varianta řešení 2	52
6.3.1 Jednorázové náklady	52
6.3.2 Provozní náklady.....	52
6.4 Srovnání variant řešení se stávajícím stavem	53
ZÁVĚR	55
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	56
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	58
SEZNAM PŘÍLOH.....	61

ÚVOD

V posledních letech zaznamenal automobilový průmysl velký růst v rámci množství vyráběné produkce. S tímto růstem se zvyšuje potřeba vývoje nových technologií a materiálů používaných ve strojírenství. Množství využívaných komponentů vyráběných z plastu se stále zvětšuje. Tento rozmach ovlivnil i přední světlomety aut, kde je dnes již většina částí vyrobená z plastu. Nejrozšířenější technologií při výrobě světlometů je vstřikování plastických hmot. Díky této technologii lze vyrábět světlomety potřebných složitých tvarů při zachování nízké hmotnosti. Výrazný vývoj zaznamenala také používaná technologie uvnitř světlometu v čele s druhem použitého světelného zdroje. Dlouhou dobu užívané elektrické žárovky byly nahrazovány xenonovými výbojkami, poté LED diodami a nyní přichází na trh technologie tzv. laserových světél.

Diplomová práce pojednává o optimalizaci výrobního provozu výroby velkoobjemových výlisků z plastů, což jsou hlavní části předního světlometu automobilu. Tyto výlisky tvoří největší část z celkové produkce firmy Husqvarna Manufacturing CZ s.r.o. ve Vrbně pod Pradědem.

Hlavním cílem práce je navrhnout vhodné varianty řešení rozmístění vstřikovacích strojů a montážního pracoviště. Je navržena také lepší návaznost montážních operací po výrobě výlisků s cílem omezit meziskladování mezi operacemi. Navrhovaným řešením budou ušetřeny manipulační operace a s nimi spojený počet potřebných manipulačních zařízení.

1 ZPRACOVÁNÍ PLASTŮ [01], [02]

Plasty neboli polymery jsou makromolekulární látky získávané nejčastěji z ropy, zemního plynu, uhlí, nebo jiných surovin. Polymery mohou být organického nebo syntetického původu s relativní molekulovou hmotností desítek až stovek tisíc.

K získání požadovaných vlastností materiálu jsou základní polymery směřovány s přídatnými látkami, jako jsou plastikační činidla, maziva, barviva, změkčovadla a jiné látky ovlivňující mechanické a fyzikální vlastnosti výrobku.

1.1 Základní rozdělení plastů

Plasty jako makromolekulární látky se vytvářejí tzv. polyreakcemi. Jsou to jednoduché reakce, které se mohou opakovat při vhodné chemické struktuře výchozích sloučenin neboli monomerů.

Existují tři základní druhy polyreakcí:

- polymerace
- polykondenzace
- polyadice

Polymerace je řetězová reakce chemická reakce velkého počtu molekul monomeru, během níž vznikají dlouhé makromolekuly polymeru. Při tomto ději nejsou vytvářeny vedlejší produkty, chemické složení polymeru je stejné jako chemické složení monomeru.

Rychlost děje polymerace a velikost vzniklých makromolekul je dána rychlostmi jednotlivých dílčích dějů, ze kterých se polymerace skládá – z počátku reakce (iniciace), jejího růstu (propagace) a konce (terminace).

Při polykondenzaci vzniká další nízkomolekulární látka, například voda nebo amoniak, která se musí ze směsi odstraňovat. Touto reakcí jsou vyráběny především reaktoplasty. Polyadice probíhá podobně jako polykondenzace ale není při této reakci produkován vedlejší produkt. Polyadicí vznikají polymery, které v sobě obsahují i neuhlíkové atomy.

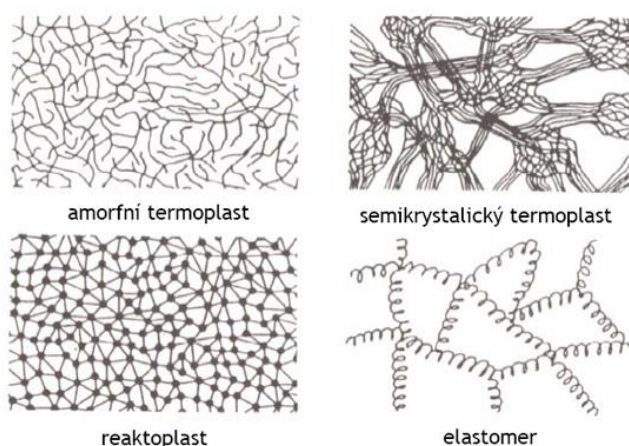
Plasty lze rozdělit dle řady kritérií.

a) Podle chování při teplotních změnách:

- **Termoplasty** - jsou to polymery, které lze zvýšením teploty uvést ze stavu tuhého do stavu plastického ve kterém je lze snadno zpracovávat. Zchlazením pod teplotu tání T_m přejdou zpět do stavu pevného. Tento proces lze opakovat, protože nedochází ke změnám chemické struktury.

Vlivem vzdušného kyslíku ale dochází při opakovaném ohřevu k degradaci materiálu.

- **Reaktoplasty (dříve nazývané termosety)** - plasty teplem tvrditelné. Jsou to látky, které lze zahříváním dostat do plastického stavu a poté tlakem tvářet. Během zahřívání dochází k prostorovému zesíťování struktury a materiál je vytvrzován. Tento děj je nevratný a vytvrzený polymer následně nelze znovu roztavit.
- **Elastomery** – plasty s elastickými vlastnostmi. Elastomery neboli pryže, které vznikají vulkanizací kaučuku s vhodnými přísadami. Tento proces je nevratný stejně jako u reaktoplastů. Elastomery se vyznačují velkou elasticitou i při velkém rozsahu teplot ($-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $260\text{ }^{\circ}\text{C}$). U elastomerů na bázi termoplastů nedochází zvýšením teploty ke změnám struktury, ale jen k fyzikálním změnám. Tato vlastnost umožňuje proces měknutí a následného tuhnutí opakovat.



Obr. 1 Nadmolekulární struktura polymerů [3].

b) Podle svého původu:

- **Přírodní** – z přírodních makromolekulárních látek (škrob, celulóza, latex)
- **Syntetické** – vzniklé z polymerační syntézy nízkomolekulárních organických sloučenin

c) Podle druhů přísad lze plasty dělit na:

- **Neplněné plasty** – plasty jejichž vlastnosti nejsou ovlivněny přísadami
- **Plněné plasty** – obsahují plniva, které ovlivňují chování plastu

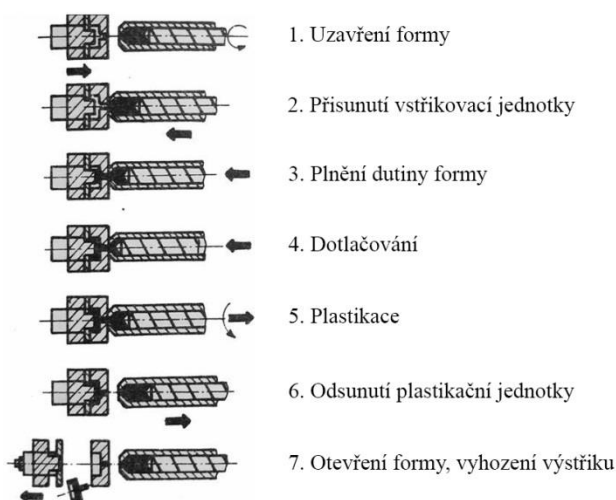
2 TEORIE VSTŘIKOVÁNÍ PLASTŮ [04], [07]

Vstřikování je jedním z hlavních způsobů zpracování termoplastů. Lze využít ale také pro zpracování kaučukových směsí. Význam této technologie stále vzrůstá a v současné době se vstřikováním zpracovává značné množství polymerů. Tento proces umožňuje ekonomicky produkovat kvalitní a rozměrově dostatečně přesné výrobky. Během jedné operace se mění polymerní směs (prášek, granulát, pelety) ve finální výrobek. Ve většině případů jej není nutno dále zpracovávat a může být přímo vyexpedován spotřebiteli. Na eliminaci opracování výstřiku má značný vliv pečlivě navržená a vyrobená forma. Přebytečný materiál jako jsou vtoky a vtokové zbytky lze v případě termoplastů rozemlít a znovu vstřikovat, v případě pryže snadno zpracovat na tzv. regenerát nebo drť. Ztráty polymeru jsou tedy minimální.

Stav výstřiku, neboli jeho jakost, závisí na všech faktorech, které se vstřikovacího procesu účastní. Jsou to především:

- vstřikovaný materiál (jeho typ, složení, aditivace, atd.)
- vstřikovací stroj
- použitá periferní zařízení (sušení, příprava a doprava materiálu, doprava a manipulace s výstřikem, aditivace a jeho barvení, temperace formy)
- tvar výstřiku a jeho zaformování
- konstrukce a výroba formy
- technologické parametry vstřikování

Vstřikovací cyklus je rychlý a je možno jej zautomatizovat. Lze jej rozdělit na tyto fáze:



Obr. 2 Vstřikovací cyklus [6].

Kvalita výsledných výlisků z termoplastů se hodnotí dle stavu, v jakém se nacházejí po vyjmutí z formy a relaxaci po dobu min. 16 hodin, nejčastěji však 24 hodin v normálním prostředí. Na kvalitě se také podílí následné operace, jako např. začišťování výstřiků, jejich obrábění, svařování, potiskování, montáž do montážních podskupin a skupin atd.

Předpokladem kvalitní výroby je stabilita procesu. Je nutné zajistit, aby každý následný vstřikovací cyklus měl identický průběh jako cyklus předchozí. Jediným měřitelným ukazatelem kvality výstřiku bezprostředně po vyjmutí z formy je jeho hmotnost. Záznam naměřených hodnot hmotnosti cyklus od cyklu je do jisté míry ukazatelem stability procesu, nikoliv ale parametrů jakosti jako např. smrštění.

2.1 Fáze vstřikovacího cyklu [05]

Cyklus vstřikování lze rozdělit na čtyři hlavní fáze, které výrazně ovlivňují stav výstřiku a následně jeho kvalitu.

Plastikační fáze

Pro optimální naplnění dutiny formy je základním předpokladem teplotní a viskozitní homogenita v dávce taveniny před čelem šneku. To lze zajistit správným nastavením teplot na jednotlivých topných pásmech plastikačního válce, zpětným odporem na šneku a otáčkami šneku. Špatná homogenita taveniny se projeví především na kvalitě povrchu výstřiku – tokové čáry, studené spoje, lesk, vnitřní pnutí. Teplota taveniny má rozhodující vliv na orientaci makromolekul ve výstřiku – stupeň orientace klesá s růstem teploty taveniny a výstřik se stává více izotropní z hlediska vlastností. Ve směru toku taveniny zároveň klesají některé mechanické vlastnosti – pevnost v tahu, houževnatost a zvyšuje se pevnost studených spojů a snižuje se vnitřní pnutí.

Vstřikovací fáze

V této fázi dochází k naplnění tvarové dutiny formy termicky homogenní taveninou tak, aby rychlost čela proudu taveniny byla v každém místě průřezu tvarové dutiny konstantní. Při vstřikování tvarové členitých výstřiků s rozdílnou tloušťkou stěny je tento předpoklad problematické dodržet i při zapojení počítačové simulace plnicí fáze. Rychlost vstřikování má vliv na povrchové defekty výstřiků, např. vrásnění, tokové čáry, stopy po studených spojkách atd. Rychlost vstřikování musí být vhodně volena tak, aby na povrchu nevznikala vysoká smyková napětí. Doba plnění formy musí být co nejkratší, protože při nízké vstřikovací rychlosti se čelo taveniny ve

formě rychle ochlazuje, ztrácí tekutost a hrozí nedostříknutí výlisku. S klesající rychlostí plnění se ve směru toku zvyšuje pevnost a houževnatost, ale klesá povrchový lesk a snižuje se pevnost studených spojů.

Dotlaková fáze

Působení dotlakové fáze jako celku i jejich jednotlivých parametrů (doba dotlaku, tlaková úroveň dotlaku, profil dotlaku) má za úkol doplňovat objemové ztráty výstřiku (smrštění) v době chladnutí. Nízká hodnota dotlaku může způsobit tvarové deformace, vznik propadlin nebo lunek. Působení dotlakové fáze lze kontrolovat pomocí tzv. polštáře, což je množství taveniny, která zůstane před čelem šneku po skončení dotlaku. Hodnota polštáře musí být v každém cyklu stejná v daných mezích.

Fáze ochlazovací

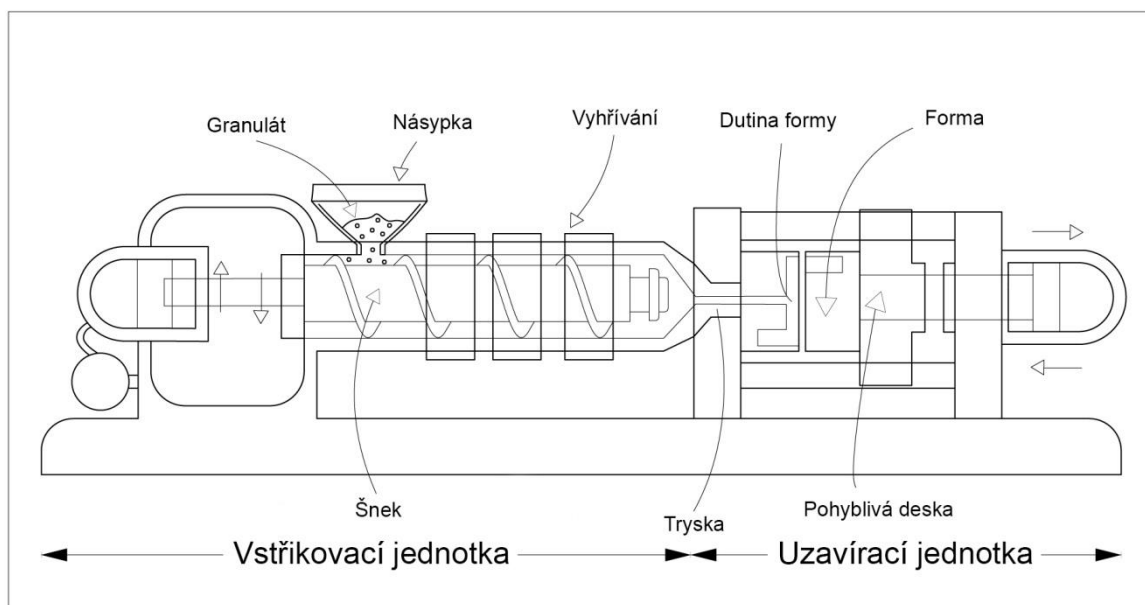
Ochlazování vstříknutého materiálu do tvarové dutiny formy začíná již v okamžiku začátku plnění formy taveninou a trvá až do vyhození výstřiku z formy. Minimální doba ochlazování musí zajistit dostatečnou tuhost výstřiku, aby nedošlo při vyhazování nebo vyjmutí z formy manipulátorem k poškození. Delší doba ochlazování vede k většímu smrštění, lepší tuhosti i pevnosti výstřiků. Má také pozitivní vliv na povrchový lesk a celkovou kvalitu povrchu. Z kvalitativního hlediska by tedy měla být doba ochlazování co nejdelší, z hlediska ekonomického by ale měla být tato doba co nejkratší. Je proto nutné najít vždy kompromis v délce ochlazování vycházející především z požadavků odběratele výsledných výrobků.

2.2 Stroje pro vstřikování plastů [05, 07, 12]

Proces vstřikování termoplastů je dnes plně automatizován a provádí se na vstřikovacích strojích. Díky automatizaci je možno dosahovat vysoké produktivity výroby výlisků. Z důvodu vysokých pořizovacích nákladů na vstřikovací stroj, případně formu, je tato technologie vhodná pro velkosériovou výrobu. Vstřikovací stroj je tvořen ze tří hlavních částí:

- Vstřikovací jednotka
- Uzavírací jednotka
- Řídicí systém

Na Obr. 3 je znázorněno schéma vstřikovacího stroje a jeho hlavní části.



Obr. 3 Schéma vstřikovacího stroje [8].

Pracoviště je dále vybaveno nutnými perifériemi, případně volitelným příslušenstvím (manipulátory, dopravníky, separátory, dávkovací zařízení, sušící zařízení). Pro optimalizaci procesu vstřikování je samozřejmým předpokladem plně funkční vstřikovací stroj s prováděnou pravidelnou údržbou, včetně čištění olejové náplně. Konstrukční provedení použitého vstřikovacího stroje je z hlediska výroby výstřiku s definovanou kvalitou nedůležité.

2.2.1 Vstřikovací a plastikační jednotka

Vstřikovací jednotka přeměňuje granulát na homogenní taveninu a tu vstřikuje definovanou rychlostí a tlakem do dutiny formy. Tlak a rychlost je regulována tlakem hydraulické kapaliny přiváděné do hydraulického systému ovládání vstřikovací jednotky. Dříve se používaly pístové vstřikovací jednotky, později se začali používat vstřikovací jednotky šnekové. Ty mají oproti pístovým mnoho výhod: dobrá plastikace materiálu, nedochází k přehřívání plastu v tavící komoře, přesné dávkování hmoty, snadné čištění komory při výměně materiálu, kratší výrobní cyklus a další.

Je důležité s ohledem na konkrétní formu, resp. výstřik určit maximální přípustnou kapacitu vstřikovací jednotky přiřazené k uzavírací jednotce vstřikovacího stroje. Výrobci obvykle nabízejí alespoň tři varianty plastikační jednotky s ohledem na jejich maximální plastikační kapacitu k jednomu typu uzávěru. Se zvětšující se

kapacitou (větší průměr šneku) klesá maximální vstřikovací tlak před čelem šneku. S vývojem vstřikování se dospělo od jednoduchého tvaru šneku ke šneku diferenciálnímu, pro který je charakterizujícím parametrem jeho kompresní poměr. Kompresní poměr lze stanovit jako poměr objemu šnekového profilu pro jedno stoupání závitů pod násypkou k objemu profilu před násypkou. Tento poměr se pohybuje od 1,5 až 4,5.



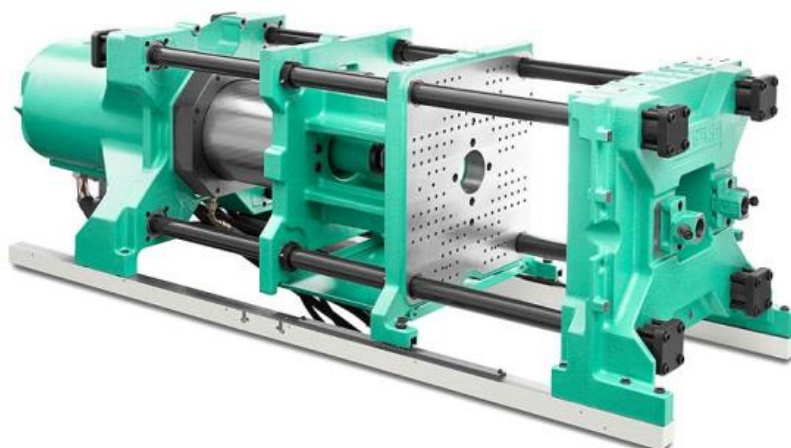
Obr. 4 Ukázka šneků pro vstřikovací jednotku [9].

Tavící komora je vyhřívána třemi topnými pásy, které lze samostatně vytápět a regulovat. Nejnižší teplota je nastavována v pásmu blíže k násypce, nejvyšší u vstřikovací trysky. Trysky mohou být otevřené nebo uzavíratelné.

2.2.2 Uzavírací jednotka

Uzavírací mechanismus slouží k vyvození uzavírací síly, která zabraňuje otevření formy při vstříknutí roztavené plastické hmoty. Uzavírací síla se vyvozuje hydraulicky, nebo mechanicky, případně se kombinují oba způsoby. Uzavření formy musí být dostatečně tuhé, aby výstřik měl správné rozměry a nevznikaly zbytečné přetoky. Mechanický systém zajišťuje zpravidla tužší uzavírání formy než systém hydraulický.

Hlavní části uzavírací jednotky jsou: pevná deska spojená s ložem stroje, pevná a pohyblivá upínací deska formy, vedení pro pohyblivou desku, uzavírací a přidržovací mechanismus.



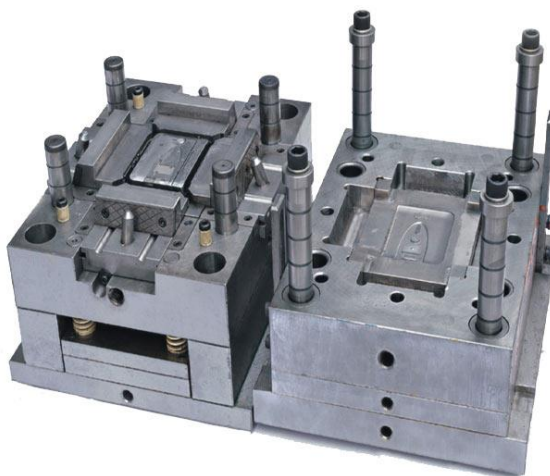
Obr. 5 Uzavírací jednotka hydraulického stroje firmy ARBURG [10].

2.2.3 Řídící a regulační systém

Řídící jednotka zabezpečuje celý proces vstřikování, aby byly dodrženy technologické parametry, jako je teplota vstřikovaného plastu, vstřikovací tlak a rychlost, teplota formy a časové rozdělení vstřikovacího cyklu.

2.3 Vstřikovací formy [13]

Vstřikovací forma je hned po plastikační jednotce druhou nejdůležitější částí vstřikovacího stroje. Na formu bývají kladeny vysoké nároky z hlediska především přesnosti výrobků, odolnosti vůči vysokým tlakům, snadného vyhození vylisků a řady jiných požadavků. Jejím hlavním úkolem je dát tavenině plastu požadovaný tvar a uchovat ho až do ztuhnutí materiálu.



Obr. 6 Vstřikovací forma v rozloženém stavu [11].

Výroba formy je časově i finančně náročná, proto je výhodné navrhovat formu jen pro větší série výlisků. Při výrobě forem se používají většinou tepelně opracované kvalitní nástrojové oceli. Ekonomika výroby může být značně ovlivněna vhodně zvolenou konstrukcí formy. Na trhu je v současné době řada specializovaných firem dodávající normované díly vstřikovací formy, které se dále upravují pro potřeby zákazníka. Jedná se především o technologické operace obráběním (soustružení, frézování, vrtání, broušení, elektroerozivní obrábění, lapování atd.).

Vstřikovací forma obsahuje konstrukční a funkční části. Konstrukční části zajišťují správnou činnost nástroje, funkční části jsou přímo ve styku s výstřikem a určují mu výsledný tvar.

Násobnost formy určuje počet tvarových dutin uvnitř formy, tzn. počet výlisků, které jsou vyrobeny při jednom zdvihu stroje. Formy mohou být jednonásobné, nebo vícenásobné.

Každá forma se skládá převážně z těchto částí:

- díly tvořící tvarovou dutinu
- vtokový systém
- vyhazovací systém
- temperační systém
- odvzdušňovací systém

3 TEORIE USPOŘÁDÁNÍ TECHNOLOGICKÝCH PRACOVÍŠŤ

3.1 Postup zpracování technologického projektu [14, 15]

Hlavním cílem technologického projektu musí být zajištění efektivnosti a výroby v každém čase, to znamená s respektováním dynamiky výrobního procesu. Pracoviště je tvořeno technologicky a kapacitně určeným, prostorově ohraničeným a relativně samostatným pracovním prostředkem, nebo souborem pracovních prostředků. Soustava pracovišť tvořících výrobní a organizační úsek se nazývá výrobní úsek. Sloučením několika výrobních úseků vzniká výrobní jednotka.

Důležitým předpokladem sestavení návrhu uspořádání pracoviště je správný metodický postup. Příprava návrhu probíhá obvykle v následujících pracovních etapách:

1. Diagnostika

V této prvotní etapě jde o rychlé seznámení s objektem řešení, jeho nedostatky nebo i problémy. Slouží k zajištění racionálního přístupu k řešení daného problému.

2. Sběr informací

Důležitá etapa sloužící ke shromažďování informací, která nemůže být vynechána, protože bez ní není možno vykonávat další práci. Sběr informací lze provádět buď pozorováním, nebo vyhledáváním v evidencích. Metoda pozorováním je časově náročnější a obtížněji proveditelná avšak získané informace jsou aktuální a lze s nimi dobře identifikovat požadovaný objekt nebo činnost. V druhém případě, získáváním informací z evidencí dat, je jejich sběr rychlejší a dostupnější. Získané informace je nutno před rozбором ještě zpracovat.

3. Rozbor

Po získání informací o objektu řešení je možno přistoupit k rozboru. V dobře provedeném rozboru již vznikají první možné varianty řešení zadaného problému bez podrobného rozpracování. Základní rozborů potřebné k sestavení návrhu obvykle jsou:

- rozbor standardizace,
- rozbor výrokové základny,
- rozbor vybavenosti stroji a jejich časové využití,
- rozbor výrobních vztahů,
- časové rozborů výroby a manipulace,
- rozbor toku materiálu a manipulačních prostředků,
- rozbor stávajícího dispozičního řešení.

4. Návrh

V návrhové etapě je možno v plné míře uplatnit tvůrčí talent řešitele. Na základě rozboru současného stavu je zpracován návrh nového řešení.

První tři kroky lze považovat za předprojektovou fázi přípravy, návrh je fází projektovou. Do té lze zařadit i následnou realizaci projektu.

5. Realizace

Realizační etapa spočívá v instalaci a zavedení navrhovaného projektu. Důležitou součástí každého projektu je ekonomické zhodnocení návrhů, v němž jsou srovnány náklady a přínosy.

Realizaci akce je možno zajistit dodavatelsky, vlastními silami, nebo kombinovaně.

3.2 Typy výroby [14, 15]

Ve strojírenské výrobě se převážně uplatňuje výroba přerušovaná (diskrétní). Jde o technologický proces kombinovaný s manipulačními procesy, pomocí kterých je materiál nebo polotovary přemísťovány z jednoho pracoviště na druhé. Zatímco v plynulé (kontinuální) výrobě veškeré technologické a manipulační procesy na sebe bezprostředně navazují.

Na zpracování technologického projektu má značný vliv typ výroby a samotný výrobek. Jelikož mohou být v jednom závodě, nebo jednom provozu, vyráběny různé druhy výrobků, charakterizuje se celý závod dle převládající výroby. Ve strojírenské výrobě lze výrobu dělit dle typu na: kusovou, sériovou a hromadnou; dle váhy výrobků pak na: těžkou, středně těžkou a lehkou. V těžkých strojírenských provozech je obvykle typ výroby kusový. V lehkých provozech lze vyrábět vyššími typy výroby a je možno použít progresivnější technologie a způsoby manipulace s materiálem.

3.2.1 Kusová výroba

Tento druh výroby je charakterizován tím, že jednotlivé kusy konstrukce se zpravidla vyrábějí jen jednou, obvykle univerzálním nářadím a strojním vybavením. Strojní zařízení by měla umožňovat použití různých způsobů zpracování. Technologický postup je obvykle zhuštěný tak, aby na jednom stroji bylo možno provést co nejvíce operací. Využití strojů v kusové výrobě je díky nutnosti neustálého seřizování nižší než v sériové výrobě. Stroje jsou umísťovány podle technologické příbuznosti. Kusová výroba má velké požadavky na kvalifikovanost pracovníků.

3.2.2 Sériová výroba

Sériová výroba se vyznačuje vyšším počtem výrobků vyráběných v dávce.

S ohledem na tvar a velikost výrobku je za malou sérii považována výroba 5-50 kusů, do střední série je počítána výroba 50-500 kusů a velká série přesahuje 500 kusů výrobků. Stroje u sériové výroby lze rozmisťovat již předmětně do linek. Technologický postup je dělen tak, aby se na každém pracovišti prováděl malý, nejlépe neměnný, počet operací. Stroje jsou progresivnější, upínače, nářadí i měřidla jsou specializované, plánování a organizace výroby jsou jednodušší. Kvalifikace pracovníků sériové výroby může být nižší než u kusového typu výroby a produktivita práce je vyšší.

3.2.3 Hromadná výroba

Při výrobě velkého počtu stejných výrobků je uplatňována hromadná výroba. Operace jsou v technologických postupech rozloženy tak, aby bylo možno každou operaci provádět na jednom pracovišti v určitém taktu. Stroje jsou jednoúčelové, specializované na provádění jedné jednoduché operace. Stroje jsou uspořádány v lince. Linka je zásobována materiálem, nářadím a dokumentací dle předem připravených plánů. Každá změna konstrukce nebo technologie výroby vyvolá potřebu přestavby linky. Požadavek kvalifikace pracovníků je nízký, produktivita práce je vysoká. Na jednotlivých pracovištích je postup práce řešen podrobně, až do návrhu jednotlivých pohybů. Seřizování strojů provádějí kvalifikovaní pracovníci.

3.3 Uspořádání strojů a pracovišť [15]

Navržení optimálního rozmístění strojů, zařízení a pracovišť je hlavní činností technologického projektování. Uspořádání pracovišť by mělo být optimální vzhledem k požadavkům:

- hospodárnost výroby,
- přehlednost uspořádání,
- přímočarost a nevratnost technologického toku,
- minimální manipulace,
- minimální zabraný prostor,
- bezpečnostní předpisy.

Stroje jsou děleny na stroje výrobní a pomocné. Výrobní stroje se podílí přímo na hlavním výrobním procesu. Stroje pomocné nejsou zařazeny do hlavního výrobního procesu (např. stroje pro údržbu).

Na základě technologických a ekonomických kritérií lze posuzovat vhodnost použitého výrobního zařízení. Očekává se, že bude splňovat základní požadavky:

- druh a způsob použité technologie,
- jakost výroby,
- požadavky na údržbu a spolehlivost provozu,
- výrobní množství
- růst produktivity výroby
- ekonomický přínos

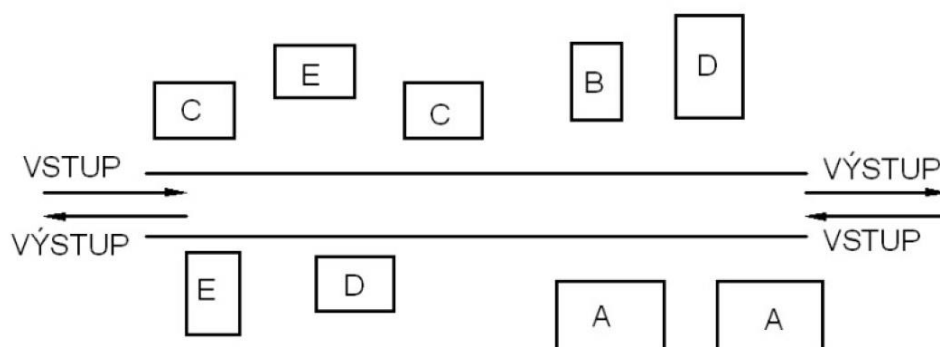
Z projektové praxe jsou známy různé varianty uspořádání pracovišť ve výrobních seskupeních. Optimální řešení rozmístění strojů a pracovišť musí vyplynout z analýzy velkého počtu faktorů v přípravných etapách zpracování projektu.

V současné době bývá rozlišováno 5 základních způsobů (a jejich kombinace) uspořádání pracovišť:

- volné,
- technologické,
- předmětné,
- modulární,
- buňkové.

3.3.1 Volné uspořádání

U volného uspořádání jsou stroje v dílně nebo provozu uspořádány náhodně. Uplatňuje se převážně v kusové výrobě, a to tehdy když není možné dopředu určit ani odhadnout materiálový tok, návaznost operací i organizační a řídicí vztahy. Tohoto uspořádání využívají prototypové i údržbářské dílny, kdy při nákupu nového stroje se jednoduše umístí na volné místo. Nevýhodou volného uspořádání je složitý systém toku objektů technologického zpracování mezi jednotlivými stroji a pracovišti. V technologickém projektování je v současné době tendence se tomuto uspořádání vyhnout.



Obr. 7 Volné uspořádání pracovišť [17].

3.3.2 Technologické uspořádání

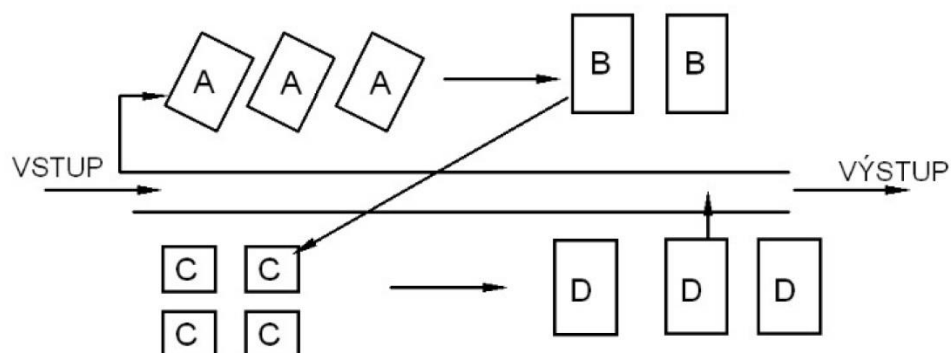
V technologickém uspořádání jsou v technologických postupech operace i stroje stavěny dle technologické příbuznosti. Výsledkem jsou výrobní úseky, které svým názvem prozrazují druh technologie, která je v nich realizována.

Výhody:

- malá citlivost na změnu výrobního programu
- možnost využití volné kapacity pracovišť přijetím kooperačních prací
- poruchy strojů příliš neovlivní výrobu
- nižší spotřeba nástrojového vybavení
- snadnější údržba
- snadné zavedení vícestrojové obsluhy

Nevýhody:

- složité plánování, řízení výroby a vyvažování kapacit
- dlouhé dopravní cesty při přesunu dílů mezi pracovišti
- dlouhá průběžná doba výroby
- potřeba meziskladů
- nerovnoměrnost materiálového toku a využití obsluhy



Obr. 8 Technologické uspořádání pracovišť [17].

3.3.3 Předmětné uspořádání

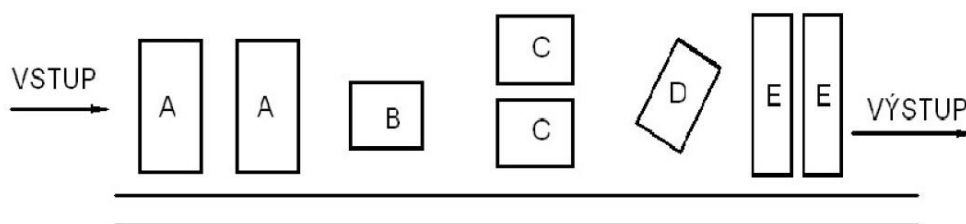
Je vhodné při vyšší sériovosti výroby, nebo při opakovaných malých sériích. Předmětné uspořádání je typické svou orientací na výrobek a vytvoření menších výrobních jednotek pro kompletní zpracování částí výrobku. Výrobní linka je nejdokonalším typem předmětného uspořádání strojů, kde se dá dosáhnout nejvyššího stupně organizace výrobního procesu.

Výhody:

- krátké a přehledné dopravní cesty mezi pracovišti
- krátké průběžné doby výroby
- snížení rozpracovanosti
- nižší náročnost řízení výroby
- malý počet meziskladů
- zmenšená potřeba výrobních ploch

Nevýhody:

- náročnost údržby a oprav jednotlivých specializovaných jednoúčelových strojů
- změna výrobního programu vyvolá značné změny ve strojním zařízení a uspořádání strojů
- nemožnost využití volné kapacity pracovišť
- snížením objemu výroby poklesne využití strojů



Obr. 9 Předmětné uspořádání pracovišť [17].

3.3.4 Modulární uspořádání

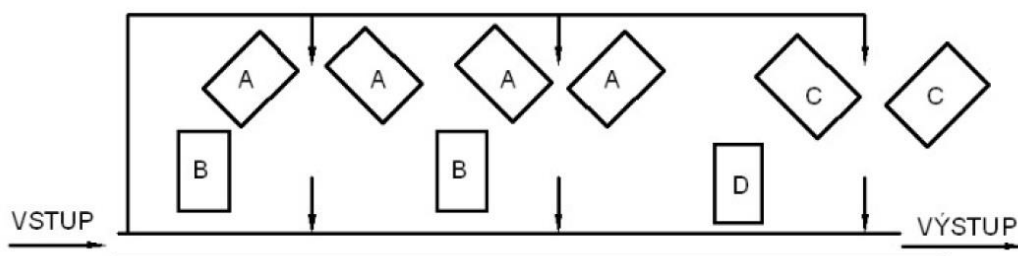
Stroje jsou seskupovány do stejných technologických bloků, tzv. modulů. Každý blok má několik technologických funkcí, čímž lze dosáhnout vysoké produktivity práce a je výhodné ho využívat ve vícesměnných provozech. Tyto modulárně uspořádané pracoviště mají v dílně prioritu z hlediska připravenosti zakázek, náradí, nástrojů, obsazení pracovníky a směnnosti. Modulárnímu pracovišti se musí přizpůsobit okolí z důvodu dosažení vysokého využití.

Výhody:

- zkrácení mezioperačních časů a průběžné doby výroby
- vysoká produktivita práce
- zkrácení manipulačních drah
- zlepšení organizace práce a řízení výroby

Nevýhody:

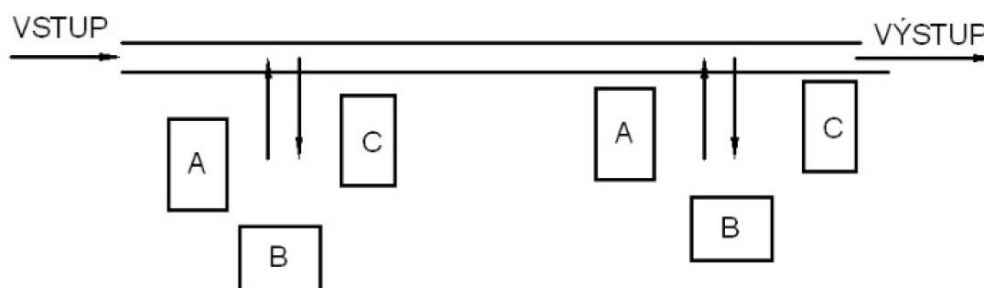
- vysoké náklady na pořízení strojů
- vyšší nároky na technickou přípravu výroby



Obr. 10 Modulární uspořádání pracovišť [17].

3.3.5 Buňkové uspořádání

Základem buňkového, neboli hnízdového, uspořádání pracovišť je buňka, kterou tvoří výkonný stroj a mechanizované, nebo automatizované prostředí. Většinou se jedná o plně automatizované a robotizované pracoviště. V nich se pracoviště skládá většinou z více než jednoho výrobního zařízení, má dokonale vyřešenou operační a mezioperační manipulaci a vlastní řídicí a ovládací systém, který je připojený na nadřazený řídicí systém. Výhody a nevýhody jsou shodné s modulárním uspořádáním.



Obr. 11 Buňkové nebo hnízdové uspořádání pracovišť [17].

3.4 Základní metody prostorového uspořádání [16]

Pro vhodné navržení nového uspořádání výroby je důležité důkladně analyzovat stávající stav. Pro rozbor a návrh se často používají stejné metody. Díky důkladnému rozboru má projektant celkový přehled o výrobě, o vzájemných vazbách výrobních vztahů a jsou objevena slabá místa současného řešení. Pomocí návrhových metod lze nalézt ideální řešení.

a) Šachovnicová tabulka

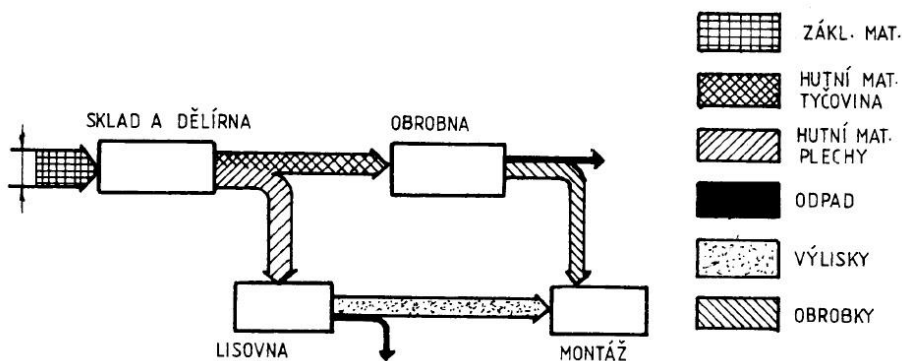
Šachovnicová tabulka (Obr. 12) přehledně zobrazuje materiálové a výrobní přesuny mezi jednotlivými pracovišti a umožňuje sledovat změnu rovnováhy v pohybu materiálu. V případě rovnováhy musí v tabulce odpovídat hodnoty součtu vodorovných řádků hodnotám součtu odpovídajících sloupců. Pomocí této metody je možno stanovit a setřídít toky materiálu podle jejich intenzity. Následně můžeme díky této metodě zajistit, aby pracoviště s největším počtem kontaktů nebo s největším objemem výroby dopravovaného materiálu byla co nejblíže u sebe.

ODESÍLACÍ MÍSTO	PŘIJÍMACÍ MÍSTO													CELKEM ODESLÁNO [t]
	EXPEDICE	SKLAD VÁLČ. A PODK. MAT.	SLÉVÁRNA	SKLAD VÁLČ. MATERI.	MECHAN. DÍLNA	DŘEVOOB. DÍLNA	ÚSTŘEDNÍ SKLAD	SKLAD ŘEZIVA	SKLAD UHŘÍ	ROTELNA	SKLAD ODPADU	SKLADKA	POPEL	
CIZÍ PODNIK, PŘISUNDOZÁV.	8353	—	1150	200	—	975	650	4350	—	—	—	—	—	15 678
SKLAD VÁLČ. A PODK. MAT.	—	10353	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10 353
SLÉVÁRNA	—	—	—	5100	—	—	—	—	—	—	5728	525	—	11 353
SKLAD VÁLČ. MATERI.	—	—	—	1150	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 150
MECHAN. DÍLNA	5000	—	—	—	—	—	—	—	—	2825	—	—	—	7 825
DŘEVOOBRAB. DÍLNA	—	50	—	500	—	—	—	—	100	50	—	—	—	700
ÚSTŘEDNÍ SKLAD	—	50	—	875	50	—	—	—	—	—	—	—	—	975
SKLAD ŘEZIVA	—	—	—	—	650	—	—	—	—	—	—	—	—	650
SKLAD UHŘÍ	—	900	—	—	—	—	—	—	3450	—	—	—	—	4350
ROTELNA	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	500	3050	—	3550
SKLAD ODPADU	875	2000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2875
CELKEM PŘIJATO [t]	5875	10363	11353	1150	7825	700	975	650	4350	3550	2875	6228	5575	59 459

Obr. 12 Příklad šachovnicové tabulky [17].

b) Sankeyův diagram

Tato metoda umožňuje na základě půdorysného plánu objektu a šachovnicové tabulky graficky znázornit tok materiálu mezi jednotlivými pracovišti. V diagramu je materiálový tok znázorněn čarami, jejichž tloušťka definuje intenzitu toku, tedy hmotnost nebo počet kusů v čase. Délka čar může reprezentovat vzdálenost přepravy.



Obr. 13 Sankeyův diagram [17].

4 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

4.1 Představení firmy

Podnik Husqvarna Manufacturing CZ s.r.o. Vrbno pod Pradědem je součástí koncernu Husqvarna. Firma se zabývá výrobou finálních výrobků pro zahradní a komunální techniku značek Gardena a Husqvarna kde převažují komponenty z plastických hmot a dále výrobou komponent z plastických hmot pro externí firmy především z oblasti automobilového průmyslu.

Firma sestává ze dvou závodů.

Závod Vrbno pod Pradědem ve dvou plastikářských provozech řeší výrobu komponent, to je výlisků z termoplastických hmot včetně jejich dílčích kompletací, a dále provozu nástrojárny, která zajišťuje výrobu a opravu forem pro zpracování termoplastických hmot.



Obr. 14 Závod Vrbno pod Pradědem.

Závod Bruntál řeší montáže a kompletace finálních výrobků, především zahradní a komunální techniky.



Obr. 15 Závod Bruntál.

4.2 Popis řešeného problému

Cílem řešení by mělo být již v názvu této diplomové práce zmíněná optimalizace výrobního provozu Termoplasty 1 (TP1), řešící výrobu velkoobjemových výlisků z termoplastických hmot pro kooperující firmu Automotive Lighting spol. s.r.o. Jihlava. Jedná se o výrobu výlisků především pro přední světlomety osobních automobilů. Výlisky jsou pro tohoto odběratele dodávány ve dvou provedeních, a to bez montáže a s montáží dalších vložených komponent. Jako vložené montážní komponenty jsou použity kontaktní plechy, aretační šrouby, distanční podložky a kabeláž.



Obr. 16 Výlisek bez namontovaných komponent.



Obr. 17 Výlisek s namontovanými komponenty.

Pro vkládání těchto komponent jsou používány montážní automaty vlastní konstrukce, ale i jednoduché mechanické přípravky, ze kterých jsou vytvořeny

montážní skupiny pro jednotlivé typy výlisků pro přední světlomety různých značek osobních aut (Volkswagen, Mercedes-Benz, BMW, Škoda Auto, Renault, Opel).



Obr. 18 Montážní automat pro výlisky VW Touran.

Vlastní výroba výlisků se provádí na vstřikovacích lisech pro výrobu výlisků z termoplastických hmot vodorovné konstrukce, v tomto případě na lisech v podniku největších tonáží 450 až 1500 tun.



Obr. 19 Vstřikovací lis s pásovým dopravníkem.

4.3 Popis a rozbor stávajícího řešení

Největším problémem stávající výroby je zbytečná doprava velkoobjemových výlisků mezi provozem TP1 a externím skladem. Výlisky s následnou montáží i bez následné montáže jsou po odebrání z lisu zabaleny do přepravních jednotek, naloženy na nákladní automobil a převezeny do externího skladu vzdáleného 1100 m, kde jsou vyloženy a zaskladněny.

Z důvodu nesouladu cyklů lisovacích strojů a času montáže musí být výlisky pro následnou montáž meziskladovány. Poloha firmy Husqvarna je omezena z jedné strany státní komunikací a z druhé strany řekou. Není proto možné vybudovat mezisklad přímo v areálu závodu.

V případě potřeby montáže jsou poté výlisky pro následnou montáž vyskladněny z externího skladu, naloženy na nákladní automobil a převezeny zpět do areálu závodu. Na montážní pracoviště do druhého nadzemního podlaží jsou dopravovány nákladním výtahem s kapacitou čtyř palet. Po dokončení montážních operací jsou konečné výrobky stejným výtahem dopraveny do prvního nadzemního podlaží, naloženy na nákladní automobil a přepraveny do externího skladu kde jsou opět zaskladněny.

Z externího skladu v bývalém areálu Dřevokombinát jsou výrobky expedovány přímo odběrateli. Tento sklad má kapacitu 7500 paletových míst a slouží i jako konsignační sklad odběratele Automotive Lighting Jihlava.



Obr. 20 Externí sklad v areálu Dřevokombinát.

Byla provedena analýza stávajícího stavu s tím, že z portfolia výrobků pro Automotive Lighting Jihlava byly vybrány výrobky v největších skupinách vstřikovacích lisů. Lisy jsou rozděleny ve čtyřech skupinách podle značení firmy Husqvarna (256 - 259) a současně podle používaného německého značení (MG7 - MG10).

Tab. 4.1 Skupiny vstřikovacích lisů.

Skupina Husqvarna	MG – machine gruppe Gardena	Uzavírací síla (t)	Redukovaný zdvihový objem šneku (cm³)
256	MG7	280 až 500	1600
257	MG8	500 až 800	3150
258	MG9	800 až 1200	6300
259	MG10	1200 až 1500	9000

V zásadě se jedná o objemově nejrozměrnější výlisky vyráběné na tomto provozu a v podniku. Od těchto výlisků byly shromážděny technologická data technologie vstřikování plastů, technologie montáže, a souvisejících logistických operací. Tyto data jsou shrnuta v příložené tabulce UST021 Podklady kapacitního propočtu lisoven plastů - stávající stav.

Dalším postupem pro představu o dané výrobě byly provedeny kapacitní propočty v jednotlivých skupinách lisů v příložených tabulkách UST022.3, UST022.4, UST022.5, UST022.6. Cílem kapacitních propočtů bylo v jednotlivých výše zmíněných skupinách vstřikovacích lisů zjistit základní jak technologické, tak logistické údaje o této výrobě. Jelikož se jedná o hromadnou velmi pružnou výrobu výlisků z termoplastických hmot, kde dochází k časté obměně výrobního sortimentu a jednotlivé uváděné vstřikovací lisy neslouží jen pro tuto uvažovanou výrobu, byla zvolena metoda provést kapacitní propočet ve dvou hodnotách a to váženého průměru a maxima u jednotlivých skupin lisů.

Vážený průměr je počítán u jednotlivých skupin vstřikovacích lisů z uvažovaných výlisků, které jsou brány jako představitelé řešené výroby, kde váha jednotlivým představitelům výroby je dána z průměru ročního objemu plánované výroby v uplynulém letošním a budoucím roce. Maximum je bráno z představitelů výroby jako položka, která vykazuje maximální objem z ukazatele, který je součinem hmotnosti výlisku v kg/100ks, objemu v m³/100 ks a výkonu lisu ve 100 ks/směna. Pro logistické výpočty je dále použit průměr z váženého průměru a maxima.

4.4 Kapacitní propočet

Kapacitní propočet byl proveden dle výše uvedené metodiky.

Zadané údaje pro kapacitní výpočty:

- počet kalendářních dnů v roce: 365 dnů,
- počet nepracovních dnů v roce: 113 dnů,
- počet dnů dovolené: 25 dnů,
- celodenní absence: 13 dnů,
- plánovaná délka směny: 8 hodin/den,
- plánované pracovní hodiny pracovníka: 8 hodin/den,
- plánované pracovní hodiny lisu: 24 hodin/den,
- plánované pracovní hodiny pracoviště montáží: 24 hodin/den,
- plánované odstávky lisu: 400 hodin/rok,
- plánované odstávky pracoviště montáží: 150 hodin/rok.

Jako nezbytné a základní podklady a vztahy pro zpracování kapacitních propočetů slouží především následující vztahy výpočtu efektivních časových fondů.

a) Efektivní časový fond pracovníka

$$E_d = (E_{kal} - N - D - C_a) \cdot H_d = (365 - 113 - 25 - 13) \cdot 8 = 1712 \text{ hod/rok} \quad (4.1)$$

kde:	E_d [hod/rok]	-	efektivní časový fond pracovníka,
	E_{kal} [den/rok]	-	počet kalendářních dnů v roce,
	N [den/rok]	-	počet nepracovních dnů v roce,
	D [den/rok]	-	počet dnů dovolené v roce,
	C_a [den/rok]	-	počet dnů celodenní absence,
	H_d [hod/den]	-	plánované prac. hodiny pracovníka.

b) Efektivní časový fond lisu

$$E_s = (E_{kal} - N) \cdot H_s - O_{st} = (365 - 113) \cdot 24 - 400 = 5648 \text{ hod/rok} \quad (4.2)$$

kde:	E_s [hod/rok]	-	efektivní časový fond lisu
------	-----------------	---	----------------------------

H_s [hod/den] - plánované prac. hodiny lisu,

O_{st} [hod/rok] - plánované odstávky lisu.

c) Efektivní časový fond pracoviště montáží

$$E_o = (E_{kal} - N) \cdot H_o - O_{op} = (365 - 113) \cdot 24 - 150 = 5898 \text{ hod/rok} \quad (4.3)$$

kde: E_o [hod/rok] - efektivní časový fond pracoviště montáží,

H_o [hod/den] - plánované prac. hodiny pracoviště montáží,

O_{op} [hod/rok] - plánované odstávky pracoviště montáží.

4.4.1 Kapacitní propočet lisů

Strojní hodiny lisu jsou vypočteny ze vztahu (4.4) :

$$S_h = \frac{c_s \cdot 100}{n_f \cdot 3600} \quad (4.4)$$

kde: S_h [hod/100ks] - strojní hodiny lisu,

c_s [s] - cyklus lisu,

n_f [-] - násobnost formy.

Normohodiny obsluhy lisu při koeficientu plnění norem k_{pns} :

$$N_{hs} = \frac{S_h \cdot k_{pns}}{s_o} \quad (4.5)$$

kde: N_{hs} [hod/100ks] - normohodiny obsluhy lisu,

S_h [hod/100ks] - strojní hodiny lisu,

s_o [-] - obsluhovost stroje.

Výkon lisu ve 100 kusech za jednu směnu:

$$V_s = \frac{H_{sm}}{N_{hs}} \quad (4.6)$$

kde: V_s [100ks/směna] - výkon lisu za směnu,

H_{sm} [hod/den] - plánovaná délka směny.

Dále lze vypočítat strojní hodiny roční i normohodiny obsluhy lisu roční:

$$S_{hr} = V_r \cdot S_h \quad (4.7)$$

kde: S_{hr} [hod/rok] - strojní hodiny roční,
 V_r [100ks/rok] - roční výroba,
 S_h [hod/100ks] - strojní hodiny lisu.

$$N_{hsr} = V_r \cdot N_{hs} \quad (4.8)$$

kde: N_{hsr} [hod/rok] - normohodiny obsluhy lisu roční.

4.4.2 Kapacitní propočet montážních pracovišť

Byl proveden kapacitní propočet také pro montážní pracoviště u výrobku s následnou montáží komponent.

Ze známé hodnoty času montáže v sekundách lze vypočítat ruční hodiny montáže a normohodiny montáže při uvedeném koeficientu plnění norem k_{pno} :

$$O_h = \frac{c_o \cdot 100}{3600} \quad (4.9)$$

kde: O_h [hod/100ks] - ruční hodiny montáže,
 c_o [s] - čas montáže.

$$N_{ho} = \frac{O_h \cdot k_{pno}}{m_o} \quad (4.10)$$

kde: N_{ho} [hod/100ks] - normohodiny montáže,
 m_o [s] - obsluhovost montážního pracoviště.

Výkon pracoviště montáže je spočítán dle vztahu (4.11):

$$V_o = \frac{H_{sm}}{N_{ho}} \quad (4.11)$$

kde: V_o [100ks/směna] - výkon pracoviště montáže.

Montážní hodiny roční a normohodiny montáže roční:

$$O_{hr} = V_r \cdot O_h \quad (4.12)$$

kde: O_{hr} [hod/rok] - montážní hodiny roční,
 V_r [100ks/rok] - roční výroba.

$$N_{hor} = V_r \cdot N_{ho} \quad (4.13)$$

kde: N_{hor} [hod/rok] - normohodiny montáže roční.

4.4.3 Kapacitní propočet objemu a hmotnosti výrobků

Pro každý druh materiálu vylisku byly z technologických postupů zjištěny tyto vstupní údaje:

- sypná hmotnost materiálu h_s [kg/m³]
- hmotnost zdvihu včetně vtoků g_z [g]
- hmotnost vtoků g_v [g]
- procento neshodných vylisků z hmotnosti výstřiku z_m [%]
- procento nevratného odpadu z hmotnosti výstřiku (při rozjíždění lisu a přejezdu lisu na jiný materiál) n_o [%]

Výpočet vsádkové hmotnosti - hmotnost výstřiku po dokončení lisování:

$$G_n = \frac{g_z}{1000} \cdot \frac{100}{n_f} \quad (4.14)$$

kde: G_n [kg/100ks] - vsádková hmotnost,
 n_f [-] - násobnost formy.

Výpočet čisté hmotnosti – hmotnost čistého vylisku po dokončení lisování:

$$G_{\check{c}} = \frac{g_z - g_v}{1000} \cdot \frac{100}{n_f} \quad (4.15)$$

kde: $G_{\check{c}}$ [kg/100ks] - čistá hmotnost.

Výpočet hmotnosti vtoků, přetoků – hmotnost vtoků, přetoků vztažená k čistému výlisku:

$$G_v = \frac{g_v}{1000} \cdot \frac{100}{n_f} \quad (4.16)$$

kde: G_v [kg/100ks] - hmotnost vtoků, přetoků.

Dále lze vypočítat hmotnost neshodných výlisků a hmotnost vratného odpadu součtem s hmotností vtoků:

$$G_z = \frac{g_z}{1000} \cdot \frac{100}{n_f} \cdot \frac{z_m}{100} \quad (4.17)$$

kde: G_z [kg/100ks] - hmotnost neshodných výlisků.

$$G_{vo} = G_v + G_z \quad (4.18)$$

kde: G_{vo} [kg/100ks] - hmotnost vratného odpadu.

Výpočtem hmotnosti ztrát odstřikem získáme i hmotnost nevratného odpadu, která je mu rovna:

$$G_{no} = G_o = \frac{g_z}{1000} \cdot \frac{100}{n_f} \cdot \frac{n_o}{100} \quad (4.19)$$

kde: G_{no} [kg/100ks] - hmotnost nevratného odpadu

G_o [kg/100ks] - hmotnost ztrát odstřikem.

Hmotnost technologicky nutného výmětu (TNV) je dána součtem hmotnosti neshodných výlisků a hmotnosti ztrát odstřikem:

$$G_{tnv} = G_z + G_o \quad (4.20)$$

kde: G_{tnv} [kg/100ks] - hmotnost nevratného odpadu.

Hrubá hmotnost, která je dána součtem vsádkové hmotnosti a hmotnosti ztrát vztážené k čistému výlisku lze vypočítat vztahem (4.21):

$$G_h = G_n + G_o \quad (4.21)$$

kde: G_h [kg/100ks] - hrubá hmotnost.

Výpočet spotřební hmotnosti – celková spotřeba materiálu pro výrobu vztážená k čistému výlisku v dané formě:

$$G_s = G_{\check{c}} + G_{vo} + G_{no} = G_h + G_z \quad (4.22)$$

kde: G_s [kg/100ks] - spotřební hmotnost,

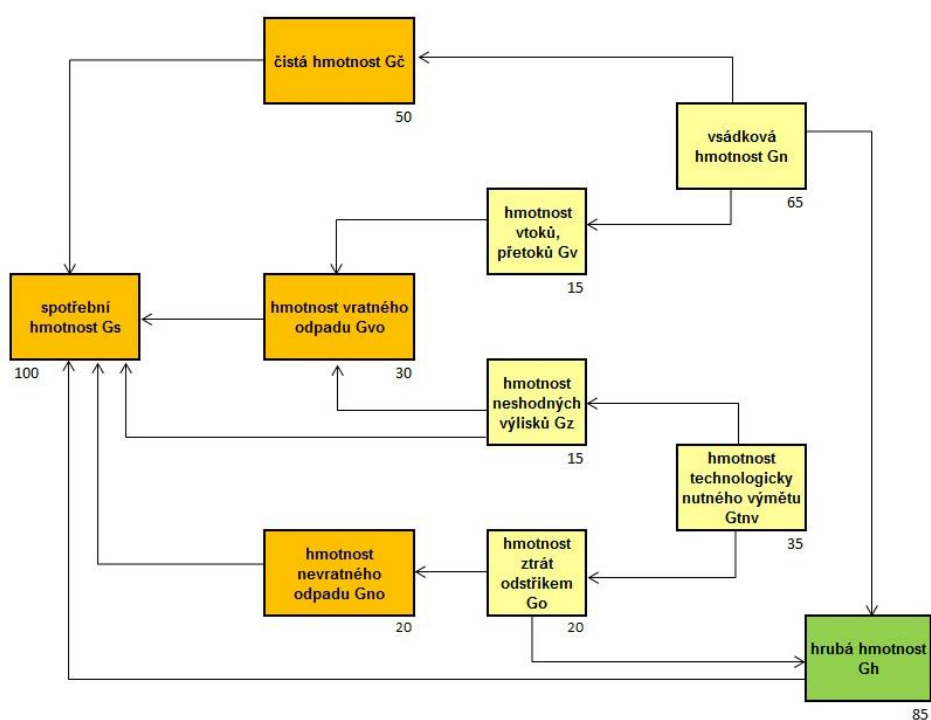
G_{vo} [kg/100ks] - hmotnost vratného odpadu,

G_{no} [kg/100ks] - hmotnost nevratného odpadu

G_h [kg/100ks] - hrubá hmotnost,

G_z [kg/100ks] - hmotnost neshodných výlisků.

Vzájemné vazby mezi hmotnostmi přehledně zobrazuje schéma hmotnostního toku na obr. 21.



Obr. 21 Schéma hmotnostního toku vstřikování plastů.

Kapacitní propočty byly provedeny pro vybraných 37 nejkritičtějších představitelů výroby rozdělených do čtyř skupin dle velikosti vstřikovacích strojů.

Výsledky kapacitních propočtů vstřikovacích lisů a montáží byly shrnuty do příložené tabulky UST022.1 Rekapitulace výstupů logistických kapacit vstřikovacích lisů a montáží.

V této tabulce jsou shrnuty v jednotkách kg/den a m³/den objemy výroby v členění:

- výlisky celkem,
- výlisky bez následné montáže komponent,
- výlisky s následnou montáží komponent,
- montážní komponenty pro montáže,
- prázdné manipulační jednotky pro výlisky,
- vratný odpad výlisků,
- nevratný odpad výlisků a odstříků.

4.5 Logistické řešení stávajícího stavu výroby

Stávající stav výroby vychází ze stávajícího rozmístění hlavní výrobní technologie vstřikovacích lisů na výrobním provozu TP1, rozmístění montážních automatů a montážních skupin v montážním provozu TP1. Pro přehlednost je uveden kompletní přehled pohybu materiálu v příložené tabulce UST023.1 Přehled pohybu materiálu. Pro určení logistických kapacit byl proveden kapacitní propočet dopravy a manipulace v příložené tabulce UST023.2 Specifikace tras a kapacitní propočet dopravy a manipulace.

Pro určení vzdálenosti při dopravě k lisovacím strojům nebo montážním skupin byla hodnota vypočtena aritmetickým průměrem nejmenší vzdálenosti, střední vzdálenosti a vzdálenosti k nejvzdálenějšímu stroji.

Čas manipulace, nebo dopravy, byl stanoven ze vztahu (4.23):

$$t_{man} = \left(\frac{l \cdot i_{ks}}{v_{mz}} \right) + (2 \cdot t_{nv} \cdot i_{ks}) \quad (4.23)$$

kde: t_{man} [s/den]	-	čas manipulace,
l [m]	-	délka trasy,
i_{ks} [ks/den]	-	počet mezioperačních přeprav,
v_{mz} [m/s]	-	rychlost manipulace,
t_{nv} [s]	-	čas nakládky, vykládky.

Přepřavované množství v m³/den i kg/den byly získány z kapacitního propočtu jako aritmetický průměr hodnoty z váženého průměru a nalezeného maxima pro uvedené výlisky.

Počet potřebných manipulačních zařízení pro každou operaci je vypočten ze vztahu:

$$P_{mz} = \frac{t_{man}}{E_{mz}} \quad (4.24)$$

- kde: P_{mz} [ks] - počet manipulačních zařízení,
 E_{mz} [s/den] - časový fond manipulačního zařízení.

4.5.1 Použité obalové jednotky

KTP box 114777:

Jedná se o boxy používané odběratelem Automotive Lighting. Tyto boxy jsou použity k přepravě většiny řešených výlisků. Prázdné obaly je možné složit pro zjednodušení přepravy.

- vnější rozměry (dxšxv): 1230 x 830 x 945 mm
- výška ve složeném stavu: 240 mm
- hmotnost: 36 kg
- nosnost: 250 kg
- nosnost stohovací: 1250 kg



Obr. 22 KTP box Automotive Lighting.

Kufry:

- rozměry kufru (dxšxv): 800 x 600 x 140 mm
- rozměry palety (dxšxv): 1220 x 820 x 1050 mm
- počet kufrů na paletu: 12 ks



Obr. 23 Kufry a paleta Automotive Lighting.

K1 box:

- rozměry boxu (dxšxv): 600 x 400 x 220 mm
- rozměry palety (dxšxv): 1220 x 820 x 1050 mm
- počet boxů na paletu: 16 ks



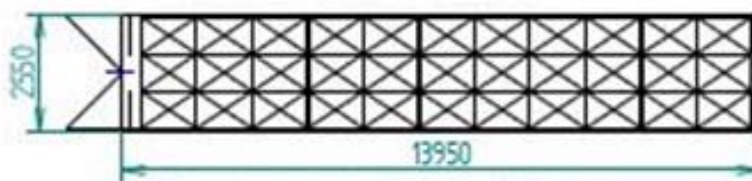
Obr. 24 K1 box a paleta.

4.5.2 Použité manipulační zařízení

V manipulaci jsou použity pro dopravu v provozu a externím skladu čelní motorové vysokozdvížné vozíky, pro dopravu do druhého nadzemního podlaží výtah a pro dopravu do externího skladu nákladní automobil.

Nákladní automobil:

Pro přepravu mezi provozem TP1 a externím skladem vzdáleným 1100 m je použit tahač se standardním návěsem s rozměry ložné plochy 13950 x 2550 mm. Kapacita návěsu je 66 kusů palet EUR 1 s rozměry 1200 x 800 mm ve dvou vrstvách jak ukazuje obr. 21. Při přepravě řešených obalových jednotek je kapacita návěsu také 66 palet. Nakládání i vykládání návěsu je prováděno přes gate (rampa s vyrovnávacím můstkem a sekčními vraty) pomocí vysokozdvížných vozíků.



Obr. 25 Rozmístění palet v návěsu.

Čelní vysokozdvížný vozík:

Doprava uvnitř provozu a v externím skladu je zajišťována použitím akumulátorových vysokozdvížných vozíků firmy Linde. Na provoze je nabíjení vozíků umožněno z nabíjecích stanic. Každý vozík má k dispozici alespoň jeden duplicitní akumulátor, čímž je zajištěn provoz během nabíjecího procesu. Využívány jsou především vozíky typu retrak, které umožňují použití užších uliček ve skladech než při použití klasických vysokozdvížných vozíků.



Obr. 26 Akumulátorový vozík typu retrak od firmy Linde.

Nákladní výtah:

Nákladní výtah o nosnosti 2000 kg je využíván na dopravu palet s výlisky z prvního nadzemního podlaží provozu TP1 do druhého nadzemního podlaží montážního provozu TP1 a zpět pro výlisky již obsahující namontované komponenty. Výtah má kapacitu 4 palety a dopravní rychlost 0,34 m/s.



Obr. 27 Nákladní výtah pro převoz čtyř palet.

Z kapacitních propočtů, tabulka UST023.2, byl vypočten potřebný počet manipulačních zařízení pro stávající stav. Tyto hodnoty jsou shrnuty v Tab. (4.1).

Tab. 4.1 Počet potřebných manipulační zařízení ve stávajícím stavu.

Manipulační zařízení	Čas dopravy (s/den)	Počet manipulačních zařízení (ks)
Dopravní vozíky TP1	219 656	2,7
Dopravní vozíky externí sklad	142 290	1,8
Výtah montáží TP1	14 124	0,2
Nákladní automobily	160 426	2
Celkem	536 438	6,7

Jak vyplývá z analýzy současného stavu, lze jako kritická místa hodnotit následující:

1. Nesoulad cyklu vstřikovacího lisu s cykly montážních automatů a montážních skupin. Vyplývá, že rozdíl těchto cyklů je řádově v několika sekundách, což má velmi negativní dopad na nutnost meziskladovat výlisky pro následnou montáž komponent před jejich kompletací. Toto je o to horší, že meziskladování se děje v externím skladě v nájemních plochách bývalého závodu Dřevokombinát, který je od provozu TP1 vzdálený 1100 m.
2. Rozmístění vstřikovacích lisů na provoze je špatně řešeno z důvodu komplikovaných a dlouhých dopravních tras k lisům především pro velkoobjemové výlisky.
3. Značným kritickým místem je umístění montážního provozu TP1 v druhém nadzemním podlaží, což komplikuje rychlost manipulace nutností svislé manipulace pomocí výtahu.

5 NAVRHOVANÝ STAV

Byly zvoleny dvě varianty navrhovaného řešení s cílem omezit objem manipulací a přeprav velkoobjemových výlisků především mezi provozem TP1 a externím skladem pro výlisky s následnou montáží a s tím spojenou potřebou manipulačních prostředků a pracovníků.

5.1 Varianta 1

Pro první variantu navrhovaného řešení je uvažován přesun všech montážních automatů a montážních skupin do externího skladu v areálu Dřevokombinát, kde bude zřízen provoz montáží. Všechny výlisky budou po vylisování naloženy na nákladní automobil a přepraveny z provozu TP1 do externího skladu. Zde budou zaskladněny rozdílně, podle toho zda se jedná o výlisky bez následné montáže, nebo s následnou montáží komponent.

Výlisky bez následné montáže budou umístěny v paletách přímo do hlavního prostoru skladu do regálů, číslo místnosti 102.

V blízkosti gatu uvažujeme s meziskladem, místnost číslo 101, pro umístění palet s výlisky pro následnou montáž. Tento prostor i prostor skladu s regály jsou nevytápěné. V zimním období budou tedy výlisky určené pro montáž podle potřeby přesunuty do temperovaného skladu číslo místnosti 148 (bufferu, který bude vytvořen předělem haly příčkou s vraty). Zde bude dosaženo naterperování

výlisků na potřebnou teplotu, tak aby byla dodržena požadovaná rozměrová přesnost pro montáž komponent.

Z montážního pracoviště, místnost číslo 140, budou konečné zabalené výrobky zaskladněny do hlavního prostoru skladu do regálů, odkud už probíhá expedice výrobků přímo odběrateli.

Bylo provedeno nové dispoziční řešení externího skladu s cílem zřízení externího montážního provozu v dalších uvažovaných pronajatých prostorách rozšířeného o další pronajaté prostory pro umístění montážních automatů a skupin. Dispoziční řešení obsahuje technologické dispozice rozmístění veškerých zařízení se znázorněním toku materiálu pomocí Sankeyova diagramu což je provedeno na výkresech číslo UST_006, UST_007, UST_008. Pro přehled o přepravě kamiony je v příloze přiložen výkres UST_005 Trasa dopravy varianta 1.

S tímto je spojeno provedení rekonstrukce dalších pronajatých prostor, a to stavebně vytvoření vlastního montážního provozu včetně zázemí, což je: sanitárního zařízení a šaten pracovníků montáže. Dále je nutné zřízení kotelny pro vytápění prostor montáží a jeho zázemí, zřízení kompresorovny pro zajištění potřebného množství stlačeného vzduchu pro montáže. Dále provedení nových rozvodů elektro včetně rozváděčů pro zajištění jak připojení jednotlivých zařízení, tak zajištění umělého osvětlení.

Z kapacitního propočtu dopravy, tabulka UST024.2, byly zjištěny počty potřebných manipulačních zařízení, které jsou uvedeny v Tab.(5.1).

Tab. 5.1 Počty potřebných manipulačních zařízení varianty 1.

Manipulační zařízení	Čas dopravy (s/den)	Počet manipulačních zařízení (ks)
Dopravní vozíky TP1	95 174	1,2
Dopravní vozíky externí sklad	112 271	1,4
Výtah montáží TP1	0	0
Nákladní automobily	64 120	0,8
Celkem	271 565	3,4

Tímto řešením byly vynechány zpětné přepravní trasy výlisků zpět do prostoru areálu závodu, čímž došlo k úsporám manipulačních časů a manipulačních

zařízení. Jak bude dále v ekonomickém zhodnocení uvedeno, tato varianta se jeví jako velmi náročná na investiční prostředky.

5.2 Varianta 2

Po dohodě s technologií plastikářské výroby, útvarem investic a útvarem konstrukce jednoúčelových zařízení byla opět provedena analýza varianty 2 s tím, že u portfolia výrobků pro firmu Automotive Lighting Jihlava byla u jednotlivých skupin provedena úprava času cyklů vstřikovacích lisů a času jednoúčelových automatů a montážních skupin, tj. jejich sjednocení. Dále byly upraveny i počty obsluh vstřikovacích lisů a montáží s cílem sloučit operace u vstřikovacího lisu a montáží. Bude nutno přistoupit k umístění montážních automatů a montážních skupin přímo na provoz vstřikovny TP1 k vstřikovacím lisům.

Bude provedeno nové technologické uspořádání vstřikovacích lisů na provoze vstřikovny plastů TP1, číslo místnosti 158, tak, aby tyto montážní automaty a montážní skupiny bylo možno bez problémů u těchto lisů umístit. Toto bude zajištěno tím, že vybrané vstřikovací lisy, které nesouvisí přímo s výrobou těchto velkoobjemových výlisků, budou umístěny do připravené vstřikovny Termoplasty 3 (TP3), číslo místnosti 120, která je v sousedství provozu TP1.

Stávající montážní provoz vstřikovny TP1, číslo místnosti 241, bude využíván pro montáže výlisků především zahradní techniky, která není vysoce náročná na objem manipulací a přepravy.

Pro srovnání kapacit byly opět provedeny kapacitní propočty v jednotlivých skupinách lisů s použitím stejných metod jako u analýzy současného stavu. Výstupní údaje jsou vypočteny stejně jako v analýze současného stavu.

Výsledky kapacitních propočtů byly opět shrnuty v příložených tabulkách UST026.1 a UST026.2. Tyto hodnoty v objemech kg/den a m³/den byly opět využity pro návrh logistického řešení navrhované varianty 2.

5.2.1 Logistické řešení varianty 2

Opět je proveden kompletní přehled pohybu materiálu v příložené tabulce UST027.1 Přehled pohybu materiálu ale pro variantu 2. Pro určení logistických kapacit byl opět proveden kapacitní propočet dopravy a manipulace v příložené tabulce UST027.2 Specifikace tras a kapacitní propočet dopravy a manipulace – varianta 2. Pro výpočet byly využity opět vztahy uvedené ve stávajícím stavu.

Co se týká manipulační techniky, je pro manipulaci s materiálem využívána opět technika ze stávajícího řešení mimo svislé dopravy výtahem.

Díky přesunu montážních automatů a montážních skupin přímo ke vstřikovacím lisům na provoz vstřikovny TP1 a díky sjednocení cyklu stroje s časem montáže,

odpadá především nutnost meziskladovat výlisky před montáží. Bude tedy ušetřena cesta do externího skladu a zpět, a s tím související zaskladnění a vyskladnění výlisků. Bude ušetřena také doprava na montážní pracoviště TP1 výtahem do druhého nadzemního podlaží.

Dispoziční řešení obsahující technologické dispozice rozmístění veškerých zařízení se znázorněním toku materiálu pomocí Sankeyova diagramu je v příložených výkresech UST009, UST010, UST011.

Počet potřebných manipulačních zařízení, vypočítaný z kapacitního propočtu dopravy, tabulka UST027.2, v navrhovaném řešení varianty 2 je uveden v Tab. (5.2).

Tab. 5.2 Počty potřebných manipulačních zařízení varianty 2.

Manipulační zařízení	Čas dopravy (s/den)	Počet manipulačních zařízení (ks)
Dopravní vozíky TP1	95 275	1,2
Dopravní vozíky externí sklad	56 843	0,7
Výtah montáží TP1	0	0
Nákladní automobily	64 088	0,8
Celkem	216 206	2,7

Navrhované řešení varianty 2 ušetří zpětnou přepravu výlisků do areálu závodu. Díky tomu dojde také k úspoře manipulačních časů a potřebných manipulačních zařízení. Díky již připraveným prostorám pro uvažovaný přesun lisů nebude varianta 2 vyžadovat velké investiční prostředky.

5.3 Zhodnocení navrhovaných variant

Z předchozí analýzy vyplývá, že neoptimálnější variantou z hlediska úspory manipulačních zařízení a s tím spojené úspory zaměstnanců je navrhovaná varianta 2. Výhoda obou navrhovaných variant je také úspora svislé dopravy výtahem. Porovnání vypočtených počtů manipulačních zařízení je uvedeno v Tab. (5.3).

Tab. 5.3 Srovnání potřebných manipulační zařízení navrhovaných variant.

Manipulační zařízení	Čas dopravy (s/den)		Počet manipulačních zařízení (ks)	
	Var. 1	Var. 2	Var. 1	Var. 2
Dopravní vozíky TP1	95 174	95 275	1,2	1,2
Dopravní vozíky externí sklad	112 271	56 843	1,4	0,7
Výtah montáží TP1	0	0	0	0
Nákladní automobily	64 120	64 088	0,8	0,8
Celkem	271 565	216 206	3,4	2,7

6 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Ekonomické zhodnocení řeší porovnání dvou navrhovaných variant řešení se stávajícím stavem. Údaje o ekonomice jsou provedeny v následujícím výčtu pro jednotlivé varianty a stávající stav. Uvedeny jsou údaje jednorázových nákladů a provozních nákladů přímo související s okruhem hodnocení.

6.1 Stávající stav

6.1.1 Jednorázové náklady

U stávajícího stavu jsou jednorázové náklady nulové.

6.1.2 Provozní náklady

Náklady na jednicové provozní pracovníky

Jedná se o náklady na výrobní pracovníky a to lisaře u vstřikovacích lisů a montážní pracovníky u montážních skupin a automatů.

počet lisařů a pracovníků montáže	156 prac.
náklady na hodinu práce jednicových pracovníků (Kč/hod)	200 Kč/hod
efektivní časový fond pracovníka (hod/rok)	1 712 hod/rok
celkové náklady na jednicové výrobní pracovníky	53 414 tis.Kč/rok

Náklady na provoz dopravních vozíků

vypočtený počet vozíků	4,5 ks
------------------------	--------

náklady na hodinu provozu dopravního vozíku	600 Kč/hod
časový fond manipulačního a dopravního prostředku	5 666 hod/rok
celkové náklady na provoz dopravních vozíků	15 400 tis.Kč/rok

Náklady na provoz výtahů

vypočtený počet výtahů	0,2 ks
náklady na hodinu provozu výtahu	250 Kč/hod
časový fond manipulačního a dopravního prostředku	5 666 hod/rok
celkové náklady na provoz výtahů	255 tis.Kč/rok

Náklady na provoz kamiónů

vypočtený počet kamiónů	2,0 ks
náklady na hodinu provozu kamiónu	750 Kč/hod
časový fond manipulačního a dopravního prostředku	5 666 hod/rok
celkové náklady na provoz kamiónů	8 542 tis.Kč/rok

6.2 Varianta řešení 1

6.2.1 Jednorázové náklady

Investiční jednorázové náklady

Investiční jednorázové náklady zahrnují náklady na stavbu řešící rekonstrukci stávajících i dalších nájemních ploch v areálu bývalého závodu Dřevokombinát pro účel montáží a meziskladování výlisků vyžadujících montáže. Přehled nákladů je uveden v členění stavby na jednotlivé stavební objekty a provozní soubory.

<u>Stavba Montáže Dřevokombinát</u>	7 455 tis.Kč
<u>SO 001 Rekonstrukce 1.NP budovy C a haly B s přístavkem</u>	5 225 tis.Kč
<u>100 stavební řešení</u>	2 380 tis.Kč
<i>bourací práce stávajících dělicích příček, výstavba nových příček, zazdívký otvorů, výměna a doplnění nových oken a dveří, osazení nových požárních gravitačních a posuvných vrat, výstavba nové dělicí kovové stěny obložené sádrokartonem s osazením rychloběžných vrat, vybourání stávajících a provedení nových betonových podlah s pochůzí epoxydovou vrstvou</i>	
<u>200 zdravotně-technické instalace</u>	190 tis.Kč
<i>doplnění a oprava zařizovacích předmětů sanitárního zařízení, rekonstrukce a doplnění rozvodů užitkové a teplé užitkové vody</i>	
<u>300 vnitřní silnoproudé rozvody a umělé osvětlení</u>	755 tis.Kč
<i>osazení nového rozváděče RS a provedení nových kabelových silnoproudých rozvodů a rozvodů umělého osvětlení včetně osvětlovacích těles v prostorech montáže, doplnění stávajících rozvodů v ostatních prostorech s jejich přepojením na nový</i>	

FSI VUT	DIPLOMOVÁ PRÁCE	List	50
---------	-----------------	------	----

rozdávěč RS

400 vytápění

1 300 tis.Kč

osazení nového plynového kotle 250 kW a boileru pro přípravu TUV 500l, automatického dopouštění a odplynění topné vody, oběhových čerpadel, rozdělovače, sběrače, a potrubních rozvodů kotelny, provedení nových topných teplovodních rozvodů v prostorách montáže včetně topných těles, a připojení stávajících topných rozvodů sanitárního zařízení a šaten

500 vzduchotechnika

130 tis.Kč

provedení vzduchotechniky větrání plynové kotelny, osazení stávajících 2ks plynových přímotopných ohřívacích jednotek Wolf v prostorách temperovaného skladu před montáží

600 vnitřní slaboproudé rozvody

470 tis.Kč

provedení instalace docházkového systému pro celý externí provoz, úprava stávajícího systému elektro-požární signalizace EPS a jeho rozšíření o prostory montáží, měření a regulace M+R plynové kotelny

PS 101 Provoz montáží Dřevokombinát

725 tis.Kč

000 provozní, výrobní zařízení

15 tis.Kč

přesun stávajících montážních automatů a montážních skupin a jejich připojení

15 tis.Kč

200 provozní potrubí

400 tis.Kč

provedení přípojky a nového rozvodu stačeného vzduchu v prostorách montáží

300 provozní rozvod silnoprůdu

325 tis.Kč

osazení nového rozváděče RM a provedení nových kabelových rozvodů provozního rozvodu silnoprůdu v prostorách montáže

PS 102 Kompresorovna

900 tis.Kč

000 provozní zařízení

700 tis.Kč

osazení nového šroubového kompresoru se sušičkou stlačeného vzduchu, osazení vzdušníku a odlučovačů oleje a filtrů

200 provozní potrubí

40 tis.Kč

provedení potrubí v kompresorovně

300 provozní rozvod silnoprůdu

60 tis.Kč

osazení nového rozváděče RM kompresorovny, provedení kabelového provozního rozvodu silnoprůdu kompresorovny

500 provozní vzduchotechnika

100 tis.Kč

provedení provozní vzduchotechniky se zpětným využitím tepla od kompresoru do prostor šaten mužů

SO 002 Rekonstrukce středotlaké přípojky zemního plynu

590 tis.Kč

100 stavebnětechnické řešení

200 tis.Kč

rekonstrukce stávajícího objektu hlavního uzávěru HUP a měření spotřeby zemního plynu

200 potrubní inženýrské sítě STL plynovod

350 tis.Kč

rekonstrukce a doplnění stávajícího středotlakého STL rozvodu zemního plynu od HUP k místu spotřeby kotelny, osazení nové

*regulační skříňe středotlak - nízkotlak STL-NTL zemního plynu u
prostor plynové kotelny*

300 vnější silnoprůdové rozvody

40 tis.Kč

Rekonstrukce přípojky elektro k objektu HUP

celkové investiční jednorázové náklady

7 455 tis.Kč/rok

Neinvestiční jednorázové náklady

Neinvestiční jednorázové náklady představují náklady na vybavení drobným hmotným majetkem DHM (ruční paletizační vozíky, stoly, židle, skříňky atd.)

celkové neinvestiční jednorázové náklady

200 tis.Kč/rok

6.2.2 Provozní náklady

Náklady na jednicové provozní pracovníky

Jedná se o náklady na přímo výrobní pracovníky a to lisaře u vstřikovacích lisů a montážní pracovníky u montážních skupin a automatů.

počet lisařů a pracovníků montáže

156 prac.

náklady na hodinu práce jednicových pracovníků (Kč/hod)

200 Kč/hod

efektivní časový fond pracovníka (hod/rok)

1 712 hod/rok

celkové náklady na jednicové výrobní pracovníky

53 414 tis.Kč/rok

Náklady na provoz dopravních vozíků

vypočtený počet vozíků

2,6 ks

náklady na hodinu provozu dopravního vozíku

600 Kč/hod

časový fond manipulačního a dopravního prostředku

5 666 hod/rok

celkové náklady na provoz dopravních vozíků

8 805 tis.Kč/rok

Náklady na provoz kamiónů

vypočtený počet kamiónů

0,8 ks

náklady na hodinu provozu kamiónu

750 Kč/hod

časový fond manipulačního a dopravního prostředku

5 666 hod/rok

celkové náklady na provoz kamiónů

3 400 tis.Kč/rok

6.3 Varianta řešení 2

6.3.1 Jednorázové náklady

Investiční jednorázové náklady

Investiční jednorázové náklady zahrnují náklady na rekonstrukci stávajících montážních skupin a montážních automatů s cílem upravit čas cyklu a přizpůsobit je k přistavení k pásovým dopravníkům u vstřikovacích lisů.

náklady na rekonstrukci stávajících montážních skupin Opel Zafira 1 a 2. - doplnění montážního automatu pro pravý světlomet	300 tis.Kč
Náklady na rekonstrukci a doplnění montážních skupin a montážních automatů novými stoly, zásobníky dílů atd.	120 tis.Kč
celkové investiční jednorázové náklady	420 tis.Kč

Neinvestiční jednorázové náklady

Neinvestiční jednorázové náklady představují náklady na přesun 2ks vstřikovacích lisů řešící jinou výrobu do nově připravených prostor vstřikovny TP3. a dále náklady na nové rozmístění vstřikovacích lisů ve vstřikovně provozu TP1 a jejich případné úpravy.

náklady na demontáž, přesun a montáž 2ks vstřikovacích lisů 430 a 500t z prostor vstřikovny TP1 do prostor vstřikovny TP3	80 tis.Kč
Náklady na demontáž, přesun a montáž 3ks vstřikovacích lisů v prostorách vstřikovny TP1	70 tis.Kč
celkové neinvestiční jednorázové náklady	150 tis.Kč

6.3.2 Provozní náklady

Náklady na jednicové provozní pracovníky

Jedná se o náklady na přímo výrobní pracovníky a to lisaře u vstřikovacích lisů a montážní pracovníky u montážních skupin a automatů.

počet lisařů a pracovníků montáže	83 prac.
náklady na hodinu práce jednicových pracovníků (Kč/hod)	200 Kč/hod
efektivní časový fond pracovníka (hod/rok)	1 712 hod/rok
celkové náklady na jednicové výrobní pracovníky	28 419 tis.Kč/rok

Náklady na provoz dopravních vozíků

vypočtený počet vozíků	1,9 ks
------------------------	--------

náklady na hodinu provozu dopravního vozíku	600 Kč/hod
časový fond manipulačního a dopravního prostředku	5 666 hod/rok
celkové náklady na provoz dopravních vozíků	6 459 tis.Kč/rok

Náklady na provoz kamiónů

vypočtený počet kamiónů	0,8 ks
náklady na hodinu provozu kamiónu	750 Kč/hod
časový fond manipulačního a dopravního prostředku	5 666 hod/rok
celkové náklady na provoz kamiónů	3 400 tis.Kč/rok

6.4 Srovnání variant řešení se stávajícím stavem

Výsledné hodnoty jednotlivých nákladů jsou v následující tabulce 6.1.

Tab. 6.1 Souhrnná tabulka nákladů.

rekapitulace nákladů	stávající stav	varianta 1.	varianta 2.
Jednorázové náklady celkem	-	7 655 tis.Kč/rok	570 tis.Kč/rok
investiční	-	7 455 tis.Kč/rok	420 tis.Kč/rok
neinvestiční	-	200 tis.Kč/rok	150 tis.Kč/rok
Provozní náklady celkem	77 611 tis.Kč/rok	65 619 tis.Kč/rok	38 278 tis.Kč/rok
náklady na jednicové výrobní pracovníky	53 414 tis.Kč/rok	53 414 tis.Kč/rok	28 419 tis.Kč/rok
náklady na provoz dopravních vozíků	15 400 tis.Kč/rok	8 805 tis.Kč/rok	6 459 tis.Kč/rok
náklady na provoz výtahů	255 tis.Kč/rok	-	-
náklady na provoz kamiónů	8 541 tis.Kč/rok	3 400 tis.Kč/rok	3 400 tis.Kč/rok

Ze srovnání nákladů stávajícího stavu a dvou uvažovaných variant vyplývají u jednotlivých variant následující úspory provozních nákladů:

Varianta řešení 1.

Celkové provozní náklady stávajícího stavu	77 711 tis.Kč/rok
Celkové provozní náklady varianty 1.	65 619 tis.Kč/rok
Úspora provozních nákladů varianty 1.	12 092 tis.Kč/rok

Varianta řešení 2.

Celkové provozní náklady stávajícího stavu	77 711 tis.Kč/rok
Celkové provozní náklady varianty 2.	38 278 tis.Kč/rok
Úspora provozních nákladů varianty 2.	39 433 tis.Kč/rok

a dále celkové úspory nákladů v prvním roce při odpočtu jednorázových nákladů realizace potřebných investic:

Varianta řešení 1.

Úspora provozních nákladů varianty 1.	12 092 tis.Kč/rok
Jednorázové náklady varianty 1.	7 655 tis.Kč/rok
Celková úspora nákladů v prvním roce varianty 1.	4 437 tis.Kč/rok

Varianta řešení 2.

Úspora provozních nákladů varianty 2.	39 433 tis.Kč/rok
Jednorázové náklady varianty 2.	570 tis.Kč/rok
Celková úspora nákladů v prvním roce varianty 2.	38 863 tis.Kč/rok

Jak vyplývá z těchto srovnání nákladů, dochází k velmi razantním úsporám, což potvrzuje prvotní předpoklad řešit tento problém u této vyspecifikované výroby. Skutečnost těchto úspor nákladů je za předpokladu, že touto výrobou budou především vstříkovací lisy plně vytíženy v průběhu celého roku. Toto je ovšem vzhledem k velmi proměnným požadavkům našich zákazníků a tím i v tomto případě Automotive Lighting Jihlava nereálné. Skutečnost úspor těchto nákladů lze ze zkušenosti oddělení plánování výroby očekávat ve výši cca 60%.

Jednotlivé varianty řešení lze hodnotit následovně:

Varianta 1.

Jedná se o značně investičně náročné řešení, které předpokládá výrazné investiční náklady do staveb. Dalším problémem u této varianty je skutečnost, že se jedná o investici do cizího majetku. Tento záměr se také projednával s majitelem pronajatých objektů zaniklé firmy Dřevokombinát s kladným výsledkem a možností rozpustit tyto náklady do snížení nájmu. I přes to je tato varianta zatížena určitým rizikem nereálnosti z pohledu názoru vrcholového vedení naší firmy. Proto tato varianta řešení není doporučena.

Varianta 2.

Jedná se jak z pohledu investiční náročnosti, tak pohledu dalšího rozvoje naší firmy o nejvýhodnější řešení. Je sice pravdou, že toto řešení je založeno na určitých předpokladech zásahů do technologií jak plastikářské, tak montážní. To si vyžádá spoustu mravenčí práce jak technologů plastikářské výroby, tak konstruktérů jednoúčelových automatů, ale zakládá možnost využití uvolněných

montážních ploch pro umístění další, pro tyto plochy vhodnější, objemově méně náročné výroby. Proto je tato varianta doporučena k dalšímu rozpracování a realizaci.

ZÁVĚR

Cílem této práce bylo zmapovat stávající stav výroby vybraných velkoobjemových výlisků ve firmě Husqvarna Manufacturing CZ s.r.o. Vrbno pod Pradědem, které objemem výroby a objemem výlisků zaujímají rozhodující místo ve výrobní náplni závodu, se specifikací především logistických problémů a návrhem variantních řešení. Pro získání hodnotových údajů o výrobě byly využity metodiky výpočtu kapacitních údajů plastikářské výroby používané firmou s doplněním kapacitních údajů montážních operací s výstupem do logistických kapacitních údajů, kterých bylo využito pro zmapování stávajícího stavu a návrhu jednotlivých variantních řešení.

Diplomová práce bude sloužit firmě Husqvarna Manufacturing CZ s.r.o. Vrbno pod Pradědem jako podklad k projektovým pracím na novém technologickém uspořádání vstřikovacích lisů provozu termoplasty TPI, konstrukčním pracím na rekonstrukci jednotlivých montážních automatů a montážních skupin a odzkoušení technologie vstřikování plastů v nových technologických časech v návaznosti na nové technologické časy montáží s jejich odzkoušením a stanovením nových technologických postupů.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. DLUHOŠ, Jindřich. *Materiály a technologie: Plasty a vybrané nekovové materiály*. 3. vydání. Ostrava: Ostravská univerzita, 1998. 141 s. ISBN 80-7042-131-2.
2. PECINA, Pavel a Josef PECINA. *Materiály a technologie - plasty*. 1. vydání. Brno: Masarykova univerzita, 2006. 54 s. ISBN 80-210-4100-5.
3. Technologie 2 *Plasty a jejich zpracovatelské vlastnosti*, [online]. [cit 2014-04-06]. Dostupný na [www](http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce_plasty/01.htm):
<http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce_plasty/01.htm>
4. DUCHÁČEK, Vratislav. *Polymery: výroba, vlastnosti, zpracování, použití*. Vyd. 2., přeprac. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 2006, 278 s. ISBN 80-708-0617-6.
5. ZEMAN, Lubomír. *Vstřikování plastů: úvod do vstřikování termoplastů*. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2009, 246 s. ISBN 978-80-7300-250-3.
6. Technologie 2 *Vstřikování plastů*, [online]. [cit 2014-04-06]. Dostupný na [www](http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce_plasty/04.htm):
<http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce_plasty/04.htm>
7. SOVA, Miloš a Josef KREBS. *Termoplasty v praxi: Praktická příručka pro konstruktéry, výrobce, zpracovatele a uživatele termoplastů*, 5. Aktualit. vyd. Praha: Verlag Dashöfer, 1999-2000. 1 CD-ROM. ISBN 80-86229-15-7.
8. Plastech *Injection moulding*, [online]. [cit 2014-04-07]. Dostupný na [www](http://www.plastech.co.nz/Contract-Moulding/Injection-Moulding/):
< <http://www.plastech.co.nz/Contract-Moulding/Injection-Moulding/>>
9. Kia trading, [online]. [cit 2014-04-07]. Dostupný na [www](http://i00.i.aliimg.com/img/pb/511/082/602/602082511_302.jpg):
< http://i00.i.aliimg.com/img/pb/511/082/602/602082511_302.jpg>
10. Arburg *Hydraulic machines*, [online]. [cit 2014-04-07]. Dostupný na [www](http://www.arburg.com/en/cn/solutions/injection-moulding-machines/hydraulic-machines/):
< <http://www.arburg.com/en/cn/solutions/injection-moulding-machines/hydraulic-machines/>>
11. Craftech *Injection mold*, [online]. [cit 2014-04-16]. Dostupný na [www](http://info.craftechind.com/Portals/208988/images/injection%20mold.jpg):
<<http://info.craftechind.com/Portals/208988/images/injection%20mold.jpg>>
12. TOMIS, František. *Stroje a zařízení v technologii plastických hmot*. Bratislava: Západoslovenské tlačiarne, 1964, 248 s.
13. DVOŘÁK, Milan, František GAJDOŠ, Milan HORÁČEK, Ladislav ZEMČÍK, Bohumil KANDUS, Jaroslav KUBÍČEK, Evžen VYPLAŠIL a Ladislav Žák. *Technologie II*. Brno: CERM, 2001, 238 s. ISBN 80-214-2032-4.

14. HLAVENKA, Bohumil. *Projektování výrobních systémů: Technologické projekty I.* Vydání třetí. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005. 197 s. ISBN 80-214-2871-6.
15. MILO, Peter. *Technologické projektovanie v praxi.* 2. doplnené vydanie. Bratislava: Alfa, 1990. 400 s. ISBN 80-05-00103-7.
16. MÁLEK, Z. *Prostorové uspořádání pracovišť* [online prezentace]. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, Fakulta logistiky a krizového řízení, 2011. [cit. 2014-04-16]. Dostupné na WWW: <http://web.flkr.utb.cz/cs/docs/VOL_pr_6.pdf>
17. RUMÍŠEK, P. *Technologické projekty.* 1.vyd. Brno: VUT v Brně, 1991. 185s. ISBN 80-214-0385-3

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Zkratka	Jednotka	Popis
TP1	[-]	provoz Termoplasty 1
TP3	[-]	provoz Termoplasty 3
MG	[-]	Machine Gruppe Gardena
SO	[-]	stavební objekt
PS	[-]	provozní soubor

Symbol	Jednotka	Popis
C_a	[den/rok]	počet dnů celodenní absence
D	[den/rok]	počet dnů dovolené v roce
E_d	[hod/rok]	efektivní časový fond pracovníka
E_{kal}	[den/rok]	počet kalendářních dnů v roce
E_{mz}	[s/den]	časový fond manipulačního zařízení
E_o	[hod/rok]	efektivní časový fond pracoviště montáží
E_s	[hod/rok]	efektivní časový fond lisu
$G_{\check{c}}$	[kg/100ks]	čistá hmotnost
G_h	[kg/100ks]	hrubá hmotnost
G_n	[kg/100ks]	vsádková hmotnost
G_{no}	[kg/100ks]	hmotnost nevratného odpadu
G_o	[kg/100ks]	hmotnost ztrát odstřikem
G_s	[kg/100ks]	spotřební hmotnost
G_{tnv}	[kg/100ks]	hmotnost nevratného odpadu
G_v	[kg/100ks]	hmotnost vtoků, přetoků
G_{vo}	[kg/100ks]	hmotnost vratného odpadu
G_z	[kg/100ks]	hmotnost neshodných výlisků
H_d	[hod/den]	plánované prac. hodiny pracovníka.
H_o	[hod/den]	plánované prac. hodiny pracoviště montáží
H_s	[hod/den]	plánované prac. hodiny lisu,
H_{sm}	[hod/den]	plánovaná délka směny

N	[den/rok]	počet nepracovních dnů v roce
N_{ho}	[hod/100ks]	normohodiny montáže
N_{hor}	[hod/rok]	normohodiny montáže roční
N_{hs}	[hod/100ks]	normohodiny obsluhy lisu
N_{hsr}	[hod/rok]	normohodiny obsluhy lisu roční
O_h	[hod/100ks]	ruční hodiny montáže
O_{hr}	[hod/rok]	montážní hodiny roční
O_{op}	[hod/rok]	plánované odstávky pracoviště montáží
O_{st}	[hod/rok]	plánované odstávky lisu
P_{mz}	[ks]	počet manipulačních zařízení
S_h	[hod/100ks]	strojní hodiny lisu
S_{hr}	[hod/rok]	strojní hodiny roční
T_m	[°C]	teplota tání termoplastů
V_o	[100ks/směna]	výkon pracoviště montáže
V_r	[100ks/rok]	roční výroba
V_s	[100ks/směna]	výkon lisu za směnu
c_o	[s]	čas montáže
c_s	[s]	cyklus lisu
g_v	[g]	hmotnost vtoků
g_z	[g]	hmotnost zdvihu včetně vtoků
h_s	[kg/m ³]	sypná hmotnost materiálu
i_{ks}	[ks/den]	počet mezioperačních přeprav
k_{pns}	[-]	koeficient plnění norem
l	[m]	délka trasy
m_o	[s]	obsluhovost montážního pracoviště
n_f	[-]	násobnost formy
n_o	[%]	procento nevratného odpadu z hmotnosti výstřiku
s_o	[-]	obsluhovost stroje
t_{man}	[s/den]	čas manipulace
t_{nv}	[s]	čas nakládky, vykládky

v_{mz}	[m/s]	rychlost manipulace
z_m	[%]	procento neshodných výlisků z hmotnosti výstřiku

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1	UST-001	Katastrální snímek Vrbno p. P. - trasa dopravy Stávající stav
Příloha 2	UST-002	Provoz TP1 – půdorys 1.NP Stávající stav
Příloha 3	UST-003	Provoz TP1 – půdorys 2.NP Stávající stav
Příloha 4	UST-004	Provoz TP1 – řez A-A Stávající stav
Příloha 5	UST-005	Katastrální snímek Vrbno p. P. Varianta 1
Příloha 6	UST-006	Provoz TP1 – půdorys 1.NP Varianta 1
Příloha 7	UST-007	Provoz montáže a sklad DK – půdorys 1.NP Varianta 1
Příloha 8	UST-008	Provoz TP1, sklad a montáže DK – řezy B-B, C-C Varianta 1
Příloha 9	UST-009	Katastrální snímek Vrbno p. P. – trasa dopravy Varianta 2
Příloha 10	UST-010	Provoz TP1 – půdorys 1.NP Varianta 2
Příloha 11	UST-011	Provoz TP1 – řez D-D Varianta 2
Příloha 12	UST-020.1	Parametry technologie vstřikovacích plastů - vstřikovací lisy
Příloha 13	UST-020.2	Parametry technologie vstřikovacích plastů - montážní skupiny
Příloha 14	UST-021	Podklady kapacitního propočtu lisoven plastů a montáží Stávající stav, Varianta 1
Příloha 15	UST-022.1	Rekapitulace výstupů logistických kapacit vstřikovacích lisů a montáží Stávající stav, Varianta 1
Příloha 16	UST-022.2	Rekapitulace kapacitních propočtů lisoven plastů Stávající stav, Varianta 1
Příloha 17	UST-022.3	Kapacitní propočet lisoven plastů skupina 256 Stávající stav, Varianta 1
Příloha 18	UST-022.4	Kapacitní propočet lisoven plastů skupina 257 Stávající stav, Varianta 1
Příloha 19	UST-022.5	Kapacitní propočet lisoven plastů skupina 258 Stávající stav, Varianta 1
Příloha 20	UST-022.6	Kapacitní propočet lisoven plastů skupina 259 Stávající stav, Varianta 1
Příloha 21	UST-023.1	Přehled pohybu materiálu Stávající stav
Příloha 22	UST-023.2	Specifikace tras a kapacitní propočet dopravy a manipulace Stávající stav
Příloha 23	UST-023.3	Šachovnicová tabulka Stávající stav
Příloha 24	UST-024.1	Přehled pohybu materiálu Varianta 1
Příloha 25	UST-024.2	Specifikace tras a kapacitní propočet dopravy a manipulace Varianta 1

Příloha 26	UST-024.3	Šachovnicová tabulka Varianta 1
Příloha 27	UST-025	Podklady kapacitního propočtu lisoven plastů Varianta 2
Příloha 28	UST-026.1	Rekapitulace výstupů logistických kapacit vstřikovacích lisů a montáží Varianta 2
Příloha 29	UST-026.2	Podklady kapacitního propočtu lisoven plastů Varianta 2
Příloha 30	UST-026.3	Kapacitní propočet lisoven plastů skupina 256 Varianta 2
Příloha 31	UST-026.4	Kapacitní propočet lisoven plastů skupina 257 Varianta 2
Příloha 32	UST-026.5	Kapacitní propočet lisoven plastů skupina 258 Varianta 2
Příloha 33	UST-026.6	Kapacitní propočet lisoven plastů skupina 259 Varianta 2
Příloha 34	UST-027.1	Přehled pohybu materiálu Varianta 2
Příloha 35	UST-027.2	Specifikace tras a kapacitní propočet dopravy a manipulace Varianta 2
Příloha 36	UST-027.3	Šachovnicová tabulka Varianta 2

